Lane Medical Library

Zur

Kenntnis der Blickfeldbestimmung.

Beiträge zur Methodik der Blickfeldbestimmung sowie perimetrische Messungen von monoculären Augenbewegungen im horizontalen und verticalen Meridiane.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medicinischen Fakultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Dienstag, den 11. August 1891, Vormittags 11½ Uhr

öffentlich verteidigen wird

Max Hornemann

aus Halle a. S.

Referent: Herr Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Graefe.

Opponenten:

Herr Dd. **August Rembe**, cand. med.

„ **Reinhold Oemisch**, cand. med.

Halle a. S.

Hofbuchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.

1891.

Imprimatur

Kaltenbach

h. t. Decanus.

Seinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153703_0087

Bei dem grossen Interesse, das seit langer Zeit von so vielen Seiten den Augenbewegungen zugewandt wurde, ist es eine auffallende Erscheinung, dass bis in die fünfziger Jahre sich alle Untersuchungen auf diesem Gebiete nur auf Beantwortung von Fragen gerichtet haben, die im Vergleich zu gewissen anderen nicht nur fernliegend und minder wichtig genannt werden müssen, sondern auch zum Teil secundäre Fragen waren, deren Beantwortung erst nach Feststellung einfacherer Verhältnisse möglich ist und deren unrichtige Beantwortung zu manchem Irrtum geführt hat. Anstatt die Bewegungen zuerst unter den einfachsten Umständen zu betrachten, richtete man sein Augenmerk fast lediglich auf die verwickelteren Verhältnisse der Augenbewegungen.

So ist es auch vor allem mit den Bestimmungen der einfachsten Augenbewegungen, wie sie monocular in den beiden Hauptmeridianen möglich sind, gegangen. Es hat zwar früher nicht an Beobachtungen hierüber gefehlt. Aber diese Bestimmungen waren recht ungenau ausgeführt. Erst seit den fünfziger Jahren begannen eine Reihe von Ophthalmologen diesem Gebiet ihr Augenmerk eingehender zuzuwenden und mit vollkommneren Methoden Versuche hierüber anzustellen, ohne jedoch die Frage betreffend die Grösse der monocular möglichen Augenbewegungen endgültig zu lösen.

Die ersten Aufzeichnungen über monoculare Augenbewegungen stammen wohl von Young, Purkinje und Valentin; als Durchschnittswerte der Bewegungsquoten

wurden gefunden: 110° von Young, ebensoviel von Purkinje und 110°—112° horizontal und 100°—103° vertical von Valentin. Ihre Methode, die sie zur Blickfeldbestimmung anwandten, war aber gar nicht genau. Auch Fick, welcher sodann die Augenbewegungen bestimmte, konnte bei der von ihm angewandten weiter unten beschriebenen Methode zu keinem sicheren Resultat gelangen. Später haben sich Meissner und Berthold mit Versuchen über Augenbewegungen beschäftigt, und zwar in recht unzweckmässiger Weise und daher auch ohne nennenswerten Erfolg. Die Arbeiten von Volkmann, Donders-Schuurman, Helmholtz, Hering, Aubert-Förster und Graefe, die sich im weiteren der Bestimmung von Augenbewegungen zuwandten, durften geeignet erscheinen, den Schleier über die Quantität einfachster monocularer Augenexcursionen zu lüften, und doch mussten die von ihnen bestimmten Werte, weil nicht richtig, wieder umgestossen werden. Die Grösse der monocularen Augenbewegungen haben die eben Genannten auf 80—90° im ganzen für Seitenwendungen und ungefähr ebensoviel Grade für Hebungen und Senkungen berechnet. Ich stelle der Übersicht halber die bisherigen Bestimmungen hierüber im folgenden zusammen: Es wurden gefunden:

von	nach oben	nach unten	nach oben-unten	nach innen	nach aussen	nach innen-aussen
Young	—	—	—	—	—	110°
Purkinje	—	—	—	—	—	110°
Valentin	—	—	100°-103°	—	—	110°-112°
Donders-Schuurman	34°	57°	91°	45°	42°	87°
	für Myopen u. Hypermetropen:			41° u. 47°	38° u. 38°	79° u. 85°
Helmholtz	45°	45°	90°	50°	50°	100°
Hering	20°	60°	80°	45°	43°	88°
Volkmann	35°	50°	85°	42°	38°	80°
Aubert (rechtes Auge)	30°	57°	87°	44°	38°	82°
Graefe	—	—	—	44°	38°	82°

Die aus dieser Tabelle deutlich ersichtlichen Differenzen der für das Blickfeld gefundenen Werte zeigen, wie wenig genau man sich im allgemeinen über den Grad der Augen-

bewegungen unterrichtet hat. Und doch ist eine genaue Kenntnis derselben im hohen Grade wünschenswert, zunächst im physiologischen, dann aber auch in therapeutischen und prognostischen Interesse, da die Diagnose etwaiger Abweichungen von der Norm — wie sie z. B. beim Schielen in Betracht kommen — selbstverständlich eine richtige Erkenntnis normaler Verhältnisse voraussetzt. Von Interesse in dieser Tabelle ist nur das von allen Seiten constatierte Überwiegen der Einwärts- über die Auswärtswendung und der unteren Excursionsweite über die obere. Weshalb ich aber im allgemeinen auf diese Zahlen kein allzugrosses Gewicht lege, hat hauptsächlich den Grund, dass dieselben aus Bestimmungen von nur wenigen Blickfeldern entnommen sind und darum nicht das Recht von Durchschnittswerten beanspruchen können. So scheint Aubert die Messungen nur an sich selbst ausgeführt zu haben, Helmholtz ausserdem noch an seinem Assistenten, und Volkmann teilt Mittelwerte aus 6 Versuchen mit, die von ihm, R. Heidenhain und O. Nasse am rechten und linken Auge ausgeführt sind. Dazu kommt, dass diese Bestimmungen von verschiedenen Stellungen, teils von der Ausgangs- teils von der Primärstellung aus gemacht sind, daher die für die Excursionen gefundenen Werte, hauptsächlich in verticaler Richtung, differieren müssen; ferner ergeben auch einige der Methoden Fehler und auf den störenden Einfluss der Nase beim Blick nach innen haben alle mit Ausnahme von Donders-Schuurman nicht Rücksicht genommen, weil ihnen wohl diese Störung für zu unbedeutend erschien, als dass sie einer Berücksichtigung für wert gehalten wurde.

In der richtigen Erkenntnis dieser falschen Vorstellung und ungenügenden Orientierung über die Quantität des Blickfelds und in der Absicht, diese Lücke auszufüllen, begann in dem letzten anderthalb Decennium Schneller seine Studien über das Blickfeld, die er den Fachgenossen in 2 Schriften „Studien über das Blickfeld“ (nebst Ergänzungen) und „Beiträge zur Lehre von Schielen“ übergiebt. Das Resultat ist:

	l. J.	r. J.	l. E.	r. E.	J. (überwiegen)	E.
E. im jug. Alter	52°	56°	46°	54°	8°	—
E. im höh. Alter	47°	44°	40°	40°	11°	—
H. im jug. Alter	43°	50°	42°	40°	11°	—
H. im höh. Alter	27°	24°	27°	26°	—	2°
M. im jug. Alter	54°	56°	53°	56°	1°	—
M. im höh. Alter	37°	25°	27°	33°	2°	—

Das wichtigste Ergebnis dieser in der Tabelle niedergelegten Messungen scheint mir einmal die richtige Erkenntnis der wahren Grösse von Augenbewegungen zu sein und sodann die Constatierung gewisser Abweichungen von der Norm bei Refractionsanomalien und im Alter, worauf ich später noch eingehend zurückkommen werde.

Diese Studien fortzusetzen habe ich mir im folgenden zur Aufgabe gestellt. Meine Arbeit ist nur eine Vermehrung und — wie ich hier vorausnehmen will — in vielen Punkten Bestätigung des vorzüglichen von Schneller an die Hand gegebenen Materials.

Die Methoden, welche man zur Untersuchung der Augenbewegungen, und speciell der monocularen, angewandt hat, sind zweierlei Art: entweder Messung bei Fixierung des Objects und Auges und Drehung des Kopfes oder Messung durch Bewegung des Auges bei Fixierung des Kopfes. Die erste Methode hat z. B. Fick in Anwendung gebracht: Er richtete das Auge auf einen ein für alle mal fixierten Fixationspunkt und erteilte dem Kopf verschiedene Lagen. Der Vorteil der direkten Ablesung an einem perimeterartigen Instrument wurde jedoch durch mehrere Umstände aufgewogen, die Unsicherheit bei der Beobachtung bedingen. Daher hat man diese Methode bald verlassen und untersuchte von nun an die Bewegungen des Auges an dem fixierten Kopf. Nur Donders und Schuurman sind teilweise wieder auf die ältere Methode — wie mir dünkt, mit einigem Unrecht — zurückgekommen. Alle andren legen grade auf die Fixierung und Controlierung der Kopfstellung den grössten Wert. Und zwar genügt es nicht, einige Stellen des Gesichts, Kinns und der

Stirne oder Wange und Nase gegen feste Stützen zu legen oder gar die Haltung der Kopfes nur dem subjectiven Gefühle des zu Untersuchenden zu überlassen. Man kann dabei nicht einstehen, dass die Haltung desselben nicht nach wenigen Minuten geändert ist, namentlich wenn man dabei Augenstellungen wählt, in denen die Fixation nur mit einiger Anstrengung des Auges vollzogen wird, wo der Kopf sich dann unwillkürlich so wendet, dass die Augenanstrengung dabei verringert wird. Denn selbst beim Andrücken der genannten Kopfteile an feste Stützen lässt die weiche Haut noch sehr verschieden eine Zusammendrückung und Verschiebung zu. Um sich also gegen Irrtümer zu schützen, die aus dieser Quelle fliessen, gab zuerst Helmholtz eine einfache und zweckmässige Vorrichtung an, das sogenannte Visierzeichen, das aus einem Brettchen mit rundem Ausschnitt besteht, welcher, mit heissem Siegellack bedeckt, vor dem Erstarren des Siegellacks zwischen die Zahnreihen festgedrückt wird, bis der Lack erkaltet und erhärtet. Dieser Zahnabdruck sichert die Lage des Brettchens zum Kopfe. Das Ende des Brettchens trägt ausserdem noch ein Visier, welches zur Parallelstellung der Gesichtslinien, wie sie bei Messungen binocularer Bewegungen nötig sind, dient und die Garantie bietet, dass bei Wiederaufnahme der Beobachtungen die frühere Stellung des Auges dem fixierten Punkt gegenüber eingenommen wird. Hering, Berthold und andere haben statt des Helmholtz'schen Visierzeichens einen kleinen Apparat construiert, durch welchen auch mittels eines Zahnbrettchens der Kopf fixiert und verschieden eingestellt werden kann und welches in ein eisernes Stativ desjenigen Instruments, mit dem man die Masse der Bewegungen vornimmt, eingeschoben werden kann.

Nachdem wir somit genügend über die Art der Fixierung des Kopfes orientiert sind, gehen wir zur Besprechung der Untersuchungsmethoden, wie sie bei fixiertem Kopfe ausgeführt werden, über.

Sie beruhen fast alle auf der Beobachtung der Ver-

änderungen, welche die Netzhautprojectionen in ihrer Lage gegen die Lage von festen Punkten im Raume erleiden. Nur Hueck und Tourtual und später Donders-Schuurman haben bestimmte Punkte der Iris oder Conjunctiva als Merkzeichen der Verschiebung bei Bewegungen des Auges angenommen. Welcher Punkt zu dieser Beobachtung benutzt wird, ob ein Punkt der Bulbusoberfläche, Iris oder Retina, ist an sich gleichgültig; es kommt nur darauf an, einen solchen Punkt zu wählen, der die grösstmöglichste Genauigkeit zulässt. In dieser Beziehung verdienen die Versuche, welche einen Punkt der Netzhaut benutzen, unbedingt den Vorzug; sie allein lassen wirklich genaue Messungen zu. Die Netzhaut ist eben ein Organ, welches seine eignen Bewegungen mit einer Genauigkeit und Feinheit selbst ablesen kann, wie es kaum die compliciertesten Instrumente möglich machen würden.

Diese Bestimmungen sind nun, die einen mit dem von Aubert zuerst angegebenen und von Förster weiter vervollkommneten und nach ihm benannten Perimeter, die andern an besonderen tafelförmigen Vorrichtungen angestellt worden.

Der Perimeter von Förster — auf die mannigfachen Modificationen desselben, wie sie Landolt, Carter, Scherk, Schuurman angegeben, kann ich hier nicht eingehen; im Principe sind sie alle gleich — ist ein Halbring von 12 Zoll Radius, innen und aussen in Grade geteilt, in seinem Scheitelpunkt an einer verticalen Säule befestigt und um diesen Punkt um eine horizontal verlaufende Axe so drehbar, dass er dabei eine halbe Hohlkugel beschreibt. In den Mittelpunkt der Kugel soll nun der Drehpunkt des zu untersuchenden Auges kommen. Zu dem Zweck befindet sich der ersten Säule gegenüber eine zweite, die eine ausgehöhlte in verticaler Richtung verschiebliche Stütze als Kinnhalter und einen nach oben gehenden geraden oder gekrümmten Stab zum Anlehnen für den unteren Orbitalrand trägt. Ein Zahnbrettchen zu ganz sicherer Fixierung fehlt dem Perimeter und ist auch von späteren Untersuchern, die mit dem Peri-

meter experimentierten, wie es scheint, nicht angewendet worden. Sorgt man nun dafür, dass der Mittelpunkt des graduierten Bogens mit dem Rotationscentrum des Auges zusammenfällt, so kann man durch Fixierenlassen eines Objects, das man langsam vom Scheitel des Bogens horizontal oder vertical auf demselben hinführt soweit, als das Object noch central gesehen wird, direct den Grad der Excursion des Auges am Perimeter ablesen. Die Messung wird natürlich nur dann genau, wenn man als Fixierobject Druckschrift benutzt, die nur mit der fovea centralis entziffert werden kann. Aber unter Beobachtung der genannten Cautelen ist sie die sicherste Methode. Der eine Nachteil, den sie gleich den übrigen Methoden hat, dass nämlich bei Bestimmung des Blickfeldes nach innen die Nase und eventuell nach oben der Supraorbitalrand die Fixation hindert, lässt sich — wie es Schneller gethan — mit Hilfe von immer in dem entsprechenden Radius ein- und abwärts brechenden Prismen, die dicht vor das Auge gehalten werden, leicht beseitigen. Und wie der störende Einfluss der Nase von mir eliminiert wurde, soll später beschrieben werden. Eine dritte Art und Weise, die Nase zu umgehen, wäre endlich die, dass man vor das Auge eine etwa $^3/_4$—1 cm. dicke, 1 cm. hohe und 5 cm. breite Glastafel bringt, die horizontal vors Auge gehalten wird und an ihrem der Nase zugewandten Ende der Nase entsprechend ausgeschliffen ist. Es wird denn bei extremer Innenwendung des Auges die Blicklinie gewissermassen um die Nase herumwandern, indem sie zunächst auf die hintere Fläche der Glastafel noch eben auffällt, in der Tafel nach vorn abgelenkt wird und an der Vorderfläche sich wieder nach aussen wendet parallel zu der ursprünglichen Blickrichtung. Aus dem am Perimeter nun sofort abzulesenden Winkel liesse sich der gesuchte wahre Excursionswinkel leicht berechnen durch Addition eines Zuschlagswinkels, der sich aus einer von mir aufgestellten Formel bis auf Minuten genau berechnen lässt. Es ist nämlich:

$$\sin \alpha = \frac{d.\ \sin x}{r} \cdot \left(1 - \frac{1}{n} \frac{\cos x}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin x}{n}\right)^2}} \right),$$ (vgl. Fig. I. Tafel I.)

wobei d = der Dicke der Tafel, r = dem Radius des Perimeters und n der Berechnungsexponent des Glases ist. γ ist der am Perimeter abgelesene Winkel, α der gesuchte Zuschlagswinkel und x der wahre Excursionswinkel ($x = a + \gamma$). Der Einfachheit halber kann in der Formel $x = \gamma$ gesetzt werden, was in der Berechnung von α nur einen Fehler von 1—2 Minuten bedingt, der vernachlässigt werden kann. Selbstverständlich ist der Erfolg um so besser, je grösser der Brechungsexponent n ist.

Schneller, welcher seine ersten Versuche auch am Perimeter anstellte, hat an selbigem eine kleine Veränderung anbringen lassen, die sich auf den Stahlstab bezieht, der nach ihm keinen Kinnhalter sondern nur ein Zahnbrettchen zu tragen braucht, welches in senkrechter Richtung verschieblich durch eine Schraube in solcher Höhe an der Eisenstange befestigt werden kann, dass die Augen des zu Untersuchenden in gleicher Höhe mit dem Mittelpunkt des Perimeterbogens zu stehen kommen. Das Brettchen bekommt den Zahnabdruck und bestimmt so stetig die Lage des Kopfes. Das zu untersuchende Auge befindet sich somit nicht, wie es sonst gewöhnlich geschieht, im Mittelpunkt des Perimeterbogens, sondern um den halben Pupillenabstand nach aussen davon, was für die im horizontalen Meridian gefundenen Masse eine Umrechnung — für die Schneller später eine Tabelle berechnet hat — benötigt.

Wie aus der Beobachtung der veränderten Lage der fovea centralis hat man auch aus der Beobachtung der Veränderungen in der Lage der Purkinje'schen Aderhautfigur und des Mariotte'schen Fleckes Schlüsse auf die Augenstellungen gezogen. Diese Versuche von Meissner und Fick lassen jedoch wohl kaum die gleiche Genauigkeit der Messung erwarten, die bei der Benutzung der fovea centralis zu erreichen ist. Die Zahlen von Fick z. B. lassen direkt die grosse

Abweichung erkennen. Da der blinde Fleck ziemlich unbegrenzt ist, so ist die zu wählende Lage des Objects, das verschwinden soll, eben nicht sehr genau bestimmt; ausserdem ist die Nötigung, das Auge in ermüdenden Stellungen lange Zeit festzuhalten, für dasselbe nachteilig.

Die Beobachtung der Nachbilder von linearen Objecten wurde von Ruete vorgeschlagen und von Hering für das Doppelauge zur Methode erhoben. Diese nach ihm benannte Hering'sche Methode, die sich auch für das einzelne Auge verwerten lässt, wurde später von Helmholtz noch vervollkommnet. Mit ihr hat auch Volkmann gearbeitet. Man stellt parallel zur Verbindungslinie der Drehpunkte beider Augen eine verticale Glastafel auf, durch welche man nach einem farbigen Object sieht. Nach langer Fixation desselben entsteht ein Nachbild in der fovea centralis. Hierauf lässt man das Auge eine maximale Excursion machen und markiert den Punkt auf der Glastafel, wohin dabei das Nachbild fällt, sowie den Punkt, der von der Gesichtslinie beim Blick nach dem Object durchschnitten wird. Diese Methode, mit Nachbildern zu experimentieren, hat zwar den Vorzug, dass man der Täuschung nicht ausgesetzt ist, einen Punkt, auf welchen man nicht eingestellt hat, doch für den fixierten zu halten, eine Täuschung, die bei angestrengten Wendungen bei Nichtbeachtung der erwähnten Cautelen leicht eintritt. Ein zwiefacher Nachteil aber macht diese Methode wenig brauchbar. Einmal gestattet sie nicht die Bestimmung der maximalen Excursion nach innen, weil auch hier die Nase störend in die Sehlinie zu liegen kommt und die Vorhaltung von Prismen nicht ohne Beeinträchtigung der Schärfe des Nachbildes möglich ist. Sodann kommt in Betracht, dass bei forcierten Stellungen des Auges das Nachbild ausserordentlich an Schärfe verliert, sodass die gefundenen Blickfeldgrenzen entschieden zu klein ausfallen müssen, wie dies ja auch in der That bei den Messungen von Hering und Volkmann der Fall ist. Wenn Helmholtz gleichwohl grössere Werte fand, ja in horizontaler Richtung annähernd dieselben, wie sie später von Schneller

und jetzt von mir gefunden wurden, so glaube ich den Grund in dem Umstande zu finden, dass grade Helmholtz mit Exactheit wie kein zweiter zu experimentieren versteht. Und seine Werte beziehen sich auch nur auf die von ihm selbst am eigenen Auge sowie am linken Auge seines damaligen Assistenten Dr. Knapp angestellten Versuche. Ob er aber beim Laien gleich exact hätte experimentieren können, will ich dahin gestellt sein lassen. Die Methode fordert eben auch vom zu Untersuchenden einen nicht geringen Grad von Intelligenz, umsomehr als diese Versuche mit einiger Schnelligkeit ausgeführt werden müssen, weil sonst beim längeren Verweilen in der extremen Stellung und bei zu häufigem Wiederholen der Versuche die Winkel abweichend ausfallen und allmählich immer kleiner werden.

Weit besser verwendbar ist die Methode des Tafelblickfelds. Schneller hat, da die Feststellung des Blickfeldes am Perimeter von 10 zu 10 Graden stundenlang dauert und sehr ermüdet, seine weiteren Blickfelduntersuchungen, wenn das ganze Blickfeld zu untersuchen war, an der gewöhnlichen schwarzen, senkrecht hängenden, von der Mitte aus radiär geteilten Tafel gemacht. Der Kopf wird hierbei mit Hilfe einer mit der Tafel durch einen gebogenen Stahlstab in Verbindung stehenden und in verticaler Richtung ein wenig verschiebbaren Zahnbrettvorrichtung fixiert, sodass auch hier wieder die Mitte zwischen den Drehpunkten beider Augen dem Mittelpunkt der Tafel gegenüber, 31,25 cm. davon entfernt, zu liegen kommt und das zu untersuchende Auge wieder um den halben Pupillenabstand nach aussen vom Tafellot gelegen ist, was bei der genauen Bestimmung des Blickfelds in Rechnung zu ziehen ist. Auf den Radien der Tafel wird dann kleinste Schrift so lange nach aussen bewegt, als sie noch buchstabenweise erkannt wird. Durch Auftragen der Grenzen auf vorbereitete Zeichenblätter lassen sich die Winkelwerte sofort übersehen. Die Hinderung der directen Bestimmung durch die Nase lässt sich auch hier durch Prismen beseitigen. Diese Methode eignet sich vorzüglich zur Fest-

stellung des ganzen Blickfeldes. Bei Bestimmung der Excursionen in horizontaler und verticaler Richtung allein dürfte aber wohl, — wie es Schneller ebenfalls gethan — die perimetrische Untersuchungsmethode vorzuziehen sein. Auch dürfte das Tafelblickfeld nicht ganz genaue Werte ergeben. Denn nach Schneller erscheint das Tafelblickfeld kleiner als das perimetrische Blickfeld, „was bedingt zu sein scheint dadurch, dass am Perimeter die zu lesende Schrift senkrecht steht, auf der Tafel schräge auf derselben."

Die Donders-Schuurman'sche Methode endlich benutzt als Merkzeichen der Verschiebung bei Augenbewegungen das Reflexbild eines leuchtenden Gegenstandes auf der Cornea. Das Instrument, dessen sich Schuurman und Donders bedienten, ist eine Combination von Perimeter und Ophthalmometer. Das zu untersuchende Auge wird in den Mittelpunkt des Perimeters so gebracht, dass die Verbindungslinie der Drehpunkte beider Augen horizontal und senkrecht zur Perimeteraxe steht. Dem Auge gegenüber steht ein Ophthalmometer, seitwärts eine Flamme. Man lässt nun das Auge möglichst weit zur Seite sehen und stellt die Flamme so, dass ihr Reflexbild grade am Hornhautrande im Ophthalmometer erscheint. Hierauf lässt man das Auge bei leichter Drehung des Kopfes um seine verticale Axe einem Objecte folgen, welches man am Perimeterbogen so weit verschiebt, bis das Cornealreflexbild der Flamme, die unberührt stehen geblieben ist, wieder die gleiche Stellung hat wie zuvor. Dann giebt die Stellung des Objectes den Grad der maximalen Excursion an, welche das Auge beim ersten Versuche gemacht hat. Diese Methode hat für sich, dass sie die Bestimmung der Excursion nach innen direct gestattet; und was die Wiedereinstellung des Reflexbildes im Ophthalmometer betrifft, so erfolgt sie mit der grössten Genauigkeit. Wenn aber der wahre Excursionswinkel mit dem nach der Kopfdrehung am Perimeter abgelesenen Winkel übereinstimmen soll, so ist die erste Vorbedingung die, dass das Rotationscentrum in demselben Punkte geblieben ist. Ich fürchte aber, dass durch

die Drehung des Kopfes um seine verticale Axe das Auge und sein Centrum etwas, wenn auch vielleicht nicht sehr bedeutend, aus ihrer ursprünglichen Lage kommen und damit Fehler bei der Ablesung des Excursionswinkels am Perimeterbogen bedingt werden, die hier zu berechnen zu weit abführen würde.

Ich will noch erwähnen, dass es ausser diesen eben geschilderten Methoden, die bislang praktisch zur Blickfeldbestimmung in Anwendung gebracht sind, noch einige andere giebt, mit denen Messungen der Bewegungen am Auge vorgenommen werden können, die allerdings nicht die gleiche Genauigkeit der Beobachtung zulassen wie die ersteren. Sie nehmen sämtlich wie in der Donders'schen Methode gewisse Punkte der Bulbusoberfläche als Merkzeichen der Verschiebung bei Augenbewegungen. So giebt Dr. Braunschweig*) im Princip eine Methode an, die zur Berechnung des Blickfeldwinkels, in Sonderheit auch beim Blick nach innen, recht gut geeignet ist. Ein kleines Fernrohr (Ophthalmometer) wird dem zu untersuchenden Auge gegenüber in einer bestimmten Entfernung — die mindestens 50 cm. betragen muss — gleich hoch mit dem Auge gestellt; es ist in horizontaler und verticaler Richtung drehbar um 2 Axen, die sich in der Mitte der Fernrohraxe schneiden, und die Grösse des Drehungswinkels des Fernrohrs kann direct an zwei Winkelmessern abgelesen werden. Das Fernrohr wird zunächst, während das Auge gerade aussieht, etwa auf den äusseren Hornhautrand — wenn es gilt die Excursion des Auges nach innen zu messen — eingestellt; indem man nun das Auge anweist, maximal nach innen zu sehen, dreht man das Fernrohr entsprechend soweit, bis der äussere Cornealrand wieder wie zuvor im Fernrohr erscheint. Aus dem am Transporteur abgelesenen Drehungswinkel (α) des Fernrohrs lässt sich dann

*) Derselbe hatte die Güte, mir diese Methode mitzuteilen, als wir einmal die Methodik der Blickfeldbestimmungen mit einander besprachen. Eine praktische Verwendung hat sie bisher noch nicht erfahren.

leicht der Excursionswinkel des Auges (x) bei der Adduction annähernd berechnen aus einer Formel, deren Entwicklung ich im Anhange gebe, nämlich:

$$\cos x = 1 - \left(\frac{d}{r}\right)^2 (1 - \cos \alpha),$$ (vergl. Figur II, Tafel I.)

wobei unter r der Radius des Auges (im Durchschnitt = 11,7 mm) unter d die Entfernung der Fernrohraxen und ihres Schnittpunktes von der Hornhautsehne zu verstehen ist.

Auf diese Weise lässt sich eine so exacte Bestimmung der Blickfeldgrenzen, als sie mit der perimetrischen Methode geschehen kann, nicht ausführen. Noch weniger genau wird die Blickfeldmessung, wenn man die Abweichung des Auges durch eine lineare Grösse auszudrücken sucht und aus ihr einen Schluss auf die Grösse von Augenbewegungen zieht; so z. B. wenn man mit Hilfe von Zirkelspitzen die Entfernung des Hornhautrandes von einem auf dem periorbitalen Gesichtsteilen markierten Punkte einmal beim Blick gradeaus und sodann bei extremer Seitenstellung des Auges misst und die Differenz beider gleich setzt der Grösse der Sehne, die dem Drehungswinkel des Auges zugehört und deren Hälfte = r. sin $\alpha/2$ (Radius × Sinus des halben Drehungswinkels) ist. Diese Methode ist zwar äusserst einfach und lässt sich in kürzester Zeit und ohne besondere Hilfsmittel ausführen; aber — ganz abgesehen davon, dass sie nicht ungefährlich für das zu untersuchende Auge ist — lässt sie nur eine grobe Schätzung der Augenbewegungen zu. Ebensowenig genau dürfte endlich die Messung mit Hilfe von Strabometern ausfallen, die man früher zur Messung der linearen Grösse der Abweichung eines Auges construiert hat. Somit können die letztgenannten drei Methoden in keiner Weise mit den erstgeschilderten concurrieren: sie können nur gelegentlich als Hilfsmittel gelten, um die Resultate, welche man durch Messung mit feineren Apparaten gewonnen, noch obendrein zu bestätigen.

Als ich nun meine Blickfeld-Messungen im horizontalen und verticalen Meridiane begann, musste ich es so einrichten, dass sie bei genügender Exactheit schnell genug auch bei

mässiger Intelligenz des zu Untersuchenden auszuführen waren. Da mir der rationellste Ausdruck für Augenbewegungen in einem Bogen zu liegen scheint, dessen Centrum dem Drehpunkt des Auges entspricht, so benutzte ich zu meinen Messungen den Perimeter und zwar einen etwas modificierten Förster'schen Perimeter mit einer Radienlänge von 12″=31,25cm., welcher mir in der Kgl. Augenklinik zu Halle bereitwilligst zur Verfügung gestellt wurde. Derselbe wurde vor der Ausführung meiner Versuche auf das genaueste geaicht.

Die Fixation des Kopfes führte ich dadurch aus, dass ich in den eisernen Stahlstab, der den Kinnhalter und die Stütze für den Infraorbitalrand trägt, ein sogenanntes Zahnbrettchen (wie die Abbildung auf Tafel IV zeigt, ein doppeltes, um es sowohl bei der Untersuchung des rechten wie linken Auges verwenden zu können) einschob und in dies Zahnbrett mit dem zuvor erwärmten Siegellack mit den Zähnen einbeissen liess. Da Kinnhalter und Zahnbrett in verticaler Richtung verschieblich sind, so kann der Kopf immer so fixiert werden, dass das Auge in die Höhe des Perimetermittelpunktes zu stehen kommt.

Als Beobachtungsobject benutzte ich die feinste Druckschrift, die noch in einer Entfernung von 12″ gelesen werden kann (Snellen $I^1/_2$—II) bei Individuen mit normaler Sehschärfe und normaler Refraction, bei Störung der optischen Functionen mit entsprechend grösseren Sehproben. Ich habe dieselben daher jedesmal vor der Blickfeldmessung bestimmt und mit in die Tabelle aufgenommen. Selbstverständlich verwandte ich als Sehobject nicht einen einzelnen Buchstaben, von dem man nicht annehmen kann, ob ihn das zu prüfende Auge bei extremer Seitenwendung noch wirklich sieht oder nur zu sehen glaubt, weil ihm der Buchstabe bekannt ist. Das Auge muss in seiner extremen Stellung unbekannte Schrift buchstabenweise lesen, und dies erreiche ich dadurch, dass ich am Perimeterbogen eine schlittenförmig auf ihm gleitende geschwärzte Scheibe (vergl. die Figur auf Tafel III) mit einem kleinen runden Ausschnitte in ihrer Mitte hin und her führe,

hinter der nun ein mit Buchstaben (darunter einigen verkehrten für das Lesen im Spiegel) bedruckter Papierstreifen hin und her gezogen werden kann, sodass dem Auge fortwährend neue, unbekannte Buchstaben vorgehalten werden, welche der zu Untersuchende vorlesen muss.

Die Messungen nach oben, unten und aussen können direct vorgenommen werden. Beim Blick nach innen hindert jedoch, wie bereits in der Beschreibung der perimetrischen Untersuchungsmethode erwähnt wurde, die Nase die Fixation, selten einmal beim Blick nach oben der Supraorbitalrand. Was den letzteren betrifft, so kann ich nicht bestätigen, was andere Autoren gesagt haben, dass er so häufig bei maximaler Hebung des Auges störend wirkt. Ich überzeugte mich von der Richtigkeit meiner Angabe in der Weise, dass ich, sobald die obere Blickfeldgrenze gefunden war, das Fixierobject noch weiter peripheriewärts schob und nun den zu Untersuchenden angeben liess, ob er das weisse Loch in der Fixierscheibe noch wahrnehmen konnte. Ist dies nämlich der Fall, so kann die Blicklinie bei extremer Hebung des Auges noch nicht den Supraorbitalrand getroffen haben. Ich habe nur einmal unter 100 eine Störung durch den Supraorbitalrand wahrnehmen können. Wesentlich anders steht es mit dem störenden Einfluss der Nase, der nur bei der luetischen Sattelnase fehlen dürfte. Dieses Hindernis zu beseitigen, musste am Perimeter eine Vorrichtung getroffen werden. Zu dem Zweck schlug ich vor, einen Spiegel in den Winkel zwischen Nase und Auge zu schieben, der genau parallel zu der Perimeteraxe gestellt werden kann. Fällt nun die Blicklinie des Auges (z. B. des rechten) beim Blick nach innen (also links) in diesen Spiegel, so wird das Auge statt der linken Hälfte des horizontal gestellten Bogens des Perimeters die rechte Hälfte im Spiegel zu sehen bekommen, und man wird am Perimeter direkt ablesen können, bis wie weit man das Fixierobject nach aussen verschieben kann. Dieser am Perimeterbogen abgelesene Grad stellt jedoch noch nicht den wahren Excursionswinkel des Auges dar; aber es lässt sich

aus ihm mit Leichtigkeit der eigentliche Winkel, um den sich das Auge gedreht hat, berechnen. Wie dies geschieht, darüber giebt uns die Figur III auf Tafel II Aufschluss, in der ich den Perimeter und den neben dem rechten Auge stehenden Spiegel im Grundriss gezeichnet habe. Es sei in dieser Figur CE die Blicklinie des rechten Auges bei maximaler Adduction und $E\hat{C}D(\hat{x})$ der gesuchte Excursionswinkel. Der Spiegel, genau || zur Perimeteraxe, reflectiert nun die Blicklinie CE in F nach FG, sodass der zurückgeworfene Strahl FG mit dem Einfallslot FJ denselben Winkel wie der Einfallsstrahl CF bildet: also $C\hat{F}J = G\hat{F}J$; das Auge sieht somit statt des Punktes E der linken Seite den Punkt C der rechten Seite. Dieser am Perimeter abzulesende Grad d. h. der Winkel $G\hat{C}D$ ist nun offenbar kleiner als $E\hat{C}D(\hat{x})$, nämlich um den Winkel $G\hat{C}H = F\hat{G}C$ (wenn man CH || FG zieht. Denn es ist $D\hat{N}G$ als Aussenwinkel des Dreiecks NGC = den Winkeln $D\hat{C}G + N\hat{G}C$ und andrerseits = $M\hat{F}N = M\hat{F}E = E\hat{C}D = \hat{x}$ und $\hat{x} = D\hat{C}G + G\hat{C}H = \gamma + \alpha$. Nun ist aber γ bekannt, und α lässt sich aus den bekannten Grossen γ, r (Perimeterradius = 31,25 cm) und h (Abstand der Spiegelfläche von der Axe des Perimeters, der an dem nachher näher beschriebenen Apparate abgelesen wird) berechnen durch die Formel:

$$\operatorname{cotg} \alpha = \frac{r}{2\,h\,\cos\gamma} + \operatorname{tg}\gamma\,.$$

Da vielleicht nicht alle Leser dieses Aufsatzes geneigt sein werden, die mathematische Entwicklung dieser Formel mit durchzurechnen, so gebe ich dieselbe im Anhange auf Tafel II und stelle hier gleich das Resultat hin.

Es erübrigt noch zu schildern, wie der Spiegel an dem Perimeter angebracht wird und wie es möglich ist, denselben genügend tief in den Orbitalwinkel hineinzuschieben, damit die Blicklinie des Auges jedesmal bei der Einwärtswendung in denselben fällt. Ich liess also den kleinen Apparat construieren, den ich auf Tafel III u. IV mehrfach, teils allein in vorderer, seitlicher und hinterer Ansicht und im Grundriss,

teils in Verbindung mit dem Perimeter, gezeichnet habe. (vergl. Tafel III und IV.)

Ein prismatischer, auf der oberen Fläche graduierter, horizontal gestellter Querstab AA von 7 cm Länge sitzt rechtwinklig auf einem nach hinten ausgebogenen und am Stativ des Perimeters mittels einer Schraube zu befestigenden Träger BB auf. Auf ihm lässt sich in einer entsprechend prismatisch ausgehöhlten Schlaufe C ein cubisches Metallstück CD von rechts nach links hin und her schieben, welches auf der oberen Seite eine zweite senkrecht zu der unteren Schlaufe verlaufende Rinne D hat, die zur Aufnahme des Armes EE dient und diesem eine Verschiebung in der Richtung der Perimeteraxe von vorn nach hinten gestattet. Dieser Arm trägt an seinem dem Auge zugekehrten Ende einen kleinen um EE als Axe drehbaren Doppelspiegel F, der, 2 cm hoch und 3 cm lang, vorn abgerundet ist. Der ganze Apparat wird nun mittels seines Trägers BB an die Hinterseite des eisernen zur Aufnahme und Fixierung des Kopfes dienenden Perimeterstativs angebracht und ist an demselben längs zweier Stifte am Stativ vermöge eines Schlitzes in verticaler Richtung beweglich und kann durch eine Schraube festgestellt werden. An der Graduierung auf der oberen Fläche des Querstabes ist immer der Stand des Spiegels gegenüber der Perimeteraxe, die als über der Mitte des ganzen Spiegelapparates gelegen gedacht werden muss, in cm. oder mm. abzulesen. Die Verwendung dreier Schlaufen bei diesem Apparat gestattet eine völlige Verschiebbarkeit des Spiegels im Raume nach allen drei Dimensionen: der Spiegel lässt sich somit für jedes Auge verwenden und kann stets — dabei immer parallel mit der Perimeteraxe — tief genug in den Winkel zwischen Nase und Auge hineingeschoben werden, und die Blicklinie des Auges wird so jederzeit in den Spiegel fallen können, auch bei der stärksten Adduction.

Es versteht sich von selbst, dass vor und nach dem jedesmaligen Gebrauch des Spiegels die Richtigkeit seiner Stellung, d. h. die Parallelstellung zur Perimeteraxe controliert wurde, was sehr leicht auszuführen ist. Man markiert

einfach die beiden neunziger Grade an der Innenseite des Perimeterbogens mit Kreidestrichen und blickt bei Mittelstellung des Spiegels — wenn er also in den Bereich der Perimeteraxe gerückt ist — von der einen Seite her in den Spiegel. Es fällt dann bei Richtigstellung des Spiegels das Spiegelbild des einen neunziger Grades zusammen mit dem Kreidestrich am anderen neunziger Grad. Ist dies nicht der Fall, dann muss die Spiegelstellung corrigiert werden, bis die spiegelnde Fäche genau parallel zu der Perimeteraxe steht. Übrigens bleibt, wenn der Apparat gut gearbeitet ist, die Richtung des Spiegels auch bei längerem Gebrauch immer die richtige. Die Anwendung des Doppelspiegels ferner hat nur den Zweck, ihn für beide Augen gebrauchen zu können. Er muss nur einmal nach rechts für das linke Auge und dann wieder nach links für das rechte Auge auf dem Querstab verschoben werden.

Endlich ist es nötig, bei allen Bestimmungen der Augenbewegungen, um sie mit einander vergleichen zu können, von einer bestimmten Stellung des Auges auszugehen. Hierzu habe ich diejenige gewählt, in welcher sich das Auge befindet, wenn bei vollkommen aufrechter Körper- und Kopfstellung grade nach vorn in unendliche Entfernung gesehen wird, die Gesichtslinien also parallel in einer horizontalen Fläche liegen. Volkmann hat diese Lage die Normal- oder Ausgangsstellung, resp. normale Ruhestellung genannt, weil bei ihr sich sämtliche Augenmuskeln gleichmässig in ihrem physiologischen Ruhestand befinden und die Innervation aller Augenmuskeln die minimalste ist. Ich weiche somit von einigen Untersuchern ab, die bei Augenmessungen von der Primärstellung ausgingen, d. h. derjenigen Stellung, von welcher aus Hebungen und Senkungen in der Verticalen und Seitenwendungen in der Horizontalen ohne Raddrehung des Auges erfolgen. Wenn ich vor dieser bei meinen Messungen der Ausgangsstellung den Vorrang einräume, so geschieht es aus folgenden Gründen: Einmal weicht die Blickebene der Ausgangsstellung von der der Primärstellung mit individuellen Schwankungen nur um

wenige Grade, meist nach oben hin, ab. Sodann ist die Auffindung der Primärstellung, zu der Helmholtz eine genaue Anleitung gegeben hat, nicht so einfach, dass sie bei Massenuntersuchungen, wie ich sie vorgenommen habe, in Anwendung gebracht werden kann. Die Primärstellung kann nur empirisch gefunden werden. Es geschieht dies, indem man bei der gewählten Stellung gerade nach oben, unten, rechts und links sehen lässt. Dann muss das Nachbild eines horizontalen Objectes immer horizontal bleiben; wo nicht, muss man einem Visierzeichen solange eine andere Stellung geben, bis man die richtige Lage gefunden. Die Auffindung der Primärstellung setzt somit sowohl die Anwendung der Nachbildermethode als auch genügende Intelligenz seitens des zu Untersuchenden voraus. Ungefähr zwar liesse sich die Primärstellung bestimmen, indem sie nach Helmholtz in der Mitte des Blickfeldes liegt. Aber die nur ungefähr ermittelte Primärstellung bietet keinen Vorteil vor der Ausgangsstellung. Drittens ist nach den Erfahrungen und Angaben von Helmholtz und Donders die Primärstellung nicht constant bei demselben Individuum, sondern liegt an dem einen Tage ein wenig höher, an dem anderen tiefer und ändert sich sogar während einer Versuchsreihe. Und vollends ausschlaggebend für die Wahl der Ausgangsstellung ist für mich der Umstand, dass es am Perimeter sehr leicht ist den Kopf so zu stellen, dass sich das zu untersuchende Auge beim Blick nach dem Nullpunkt des Perimeterbogens in der Normalstellung befindet, und dass sich die so dem Kopf einmal gegebene Lage während der Untersuchung fortwährend in einfachster und sicherster Weise überwachen und controlieren lässt. Ich visiere einfach um den halben Pupillenabstand — also durchschnittlich 3 cm. — nach aussen vom Perimeterscheitelpunkt und muss nun bei Richtigstehen des Kopfes, wobei die Medianebene des Kopfes des zu Untersuchenden mein Auge schneidet, symmetrische Gesichtshälften, z. B. gleich viel von den Ohren, zu sehen bekommen: so verläuft die Medianebene des Kopfes eben parallel mit der Perimeteraxe,

und das Auge nimmt beim Blick auf den Scheitelpunkt des Perimeters die Ausgangsstellung ein. Durch wiederholtes Visieren während der Messungen lässt sich übersehen, ob der Kopf die richtige Lage beibehalten hat. Die Controle endlich darüber, dass das Auge auch die richtige Entfernung vom Scheitelpunkte des Perimeterbogens hat, führe ich mit Hilfe eines Pappstreifens durch Visieren von der Seite her aus. Dieser Streifen hat einen 2 cm. breiten und 15 cm langen Ausschnitt in der Mitte des einen Randes; 14,5 mm von diesem Rande entfernt ist parallel mit demselben ein gerader Strich mit Tinte aufgetragen. Indem nun dieser Pappstreifen auf dem Perimeterbogen bei horizontaler Stellung desselben so aufgelegt wird, dass der den Ausschnitt tragende Rand die neunziger Grade des Bogens verbindet, muss der gerade Tintenstrich eben auf den Hornhautscheitel des zu untersuchenden Auges auftreffen (wenigstens in seiner ideellen Verlängerung), was vom neunziger Grad aus sehr leicht übersehen werden kann. Dann steht natürlich der Drehpunkt des Auges gerade in der Verbindungsebene der neunziger Grade und damit 12" vor dem Perimeterscheitel. (Vergl. Taf. III.)

Es war mir ursprünglich noch die Aufgabe gestellt, die Masse, die ich bei den Prüfungen am Perimeter fand, jedesmal in einfacher Weise zu controlieren. Ich versuchte daher mit einem der oben beschriebenen Hilfsmittel — Strabometer oder Zirkelspitzen — objectiv die lineare Grösse der Abweichung bei Augenbewegungen zu messen, daraus den Bewegungswinkel zu berechnen und dessen Grösse dann mit dem am Perimeter gefundenen Werte zu vergleichen. Wenn nun auch die Zahl derer, an denen diese Controle ausgeübt wurde, nicht so gross geworden ist, wie es ursprünglich beabsichtigt war, da teils die Zeit mir und den zu Untersuchenden fehlte, teils der Eifer, die Controlversuche fortzusetzen, wechselte, so ist mir doch nicht eine Erscheinung entgangen, die, wie ich nachträglich in Schnellers „Beiträge zur Lehre vom Schielen" fand, auch schon dieser Autor beobachtet hat. Derselbe fand nämlich bei Vergleichung seines sogenannten Schrift- und

Lichtblickfeldes — d. h. wenn er die Blickfeldgrenzen einmal mit Hilfe von Schrift am Perimeter und dann mit Hilfe des Reflexbildes einer Flamme, das in der engen Pupille eine ganz bestimmte Stelle einnimmt, bestimmte, — gewisse Unterschiede zwischen beiden: die Prüfung mit dem Licht ergab jedesmal ein grösseres Blickfeld als die Prüfung mit Druckschrift; diese Zunahme beträgt bei ihm 3—5° für das gesunde emmetropische Auge. Ich habe in Analogie zu dieser Beobachtung nicht selten bei der Prüfung mit den Zirkelspitzen oder dem Strabometer grössere Werte als am Perimeter gefunden. Da ich auf diese Erscheinung zu der Zeit, als ich diese Controlversuche ausführte, nicht recht Wert gelegt habe, so kann ich nicht mitteilen, wie gross sich die Differenz in meinen Fällen herausgestellt haben würde. Eine wohl annehmbare Erklärung dieser Erscheinung giebt übrigens Schneller, wenn er sagt: „Es entsteht offenbar nahe der Grenze des Blickfeldes eine Asthenopie, die es unmöglich macht, feinste Schrift zu erkennen. Diese Asthenopie kann bedingt sein durch Spannungszunahme des Auges (deren Existenz man zu fühlen glaubt), durch einen infolge des ungleichmässigen Druckes entstandenen Astigmatismus arteficialis, durch Druck des Muskels auf den Bulbus und Zerrung des Sehnerven oder durch Stauung des Blutes in den Venen wegen der ungünstigen Lage derselben oder durch mehrere dieser Ursachen zusammen.“

Nachdem nun meine Messungen am Perimeter, die ich während einer Zeit von fast drei Monaten in der Kgl. Augenklinik zu Halle angestellt habe, so weit gediehen sind, dass die Zahl der Untersuchten auf 100 angewachsen ist, habe ich dieselben geordnet und nach gewissen Gesichtspunkten zusammengestellt und wage nunmehr im folgenden diese meine Befunde in Form einer Tabelle vorzulegen. Zu ihrer Erklärung habe ich nur wenige Worte voranzuschicken: Die Rubriken 1, 2 und 3 verstehen sich von selbst; in 4 bedeutet R das rechte, L das linke Auge; in 5 ist die Sehschärfe vermerkt; 6 enthält die Refraction, ausgedrückt durch

das corrigierende Glas des Zollsystems (stärkste + und schwächste − Glas); in 7 ist der am Perimeter beim Blick nach einwärts in den Spiegel gefundene Winkel γ angeben, in 8 der Spiegelabstand h von der Perimeteraxe (in mm ausgedrückt) in 9 der nach der oben mitgeteilten Formel berechnete Zuschlagswinkel α, in 10 die Summe $\alpha + \gamma$, also die Blickfeldgrenze für den Internus, in 11 die für den Externus, in 12 und 13 die Summen der Grade beider Interni und beider Externi, in 14 die Differenz beider Summen (+ beim Überwiegen der Interni, — beim Überwiegen der Externi), in 15 die Gesamtexcursion des Auges in horizontaler Richtung, in 16 der Grad der Excursion nach oben, in 17 ebenso nach unten und in 18 die Gesamtwirkung in verticaler Richtung. Endlich sind unter No. 1—47 die Fälle von Emmetropie, unter No. 48—70 die Fälle von Myopie, unter No. 71—75 die Fälle von myopischen Astigmatismus, unter No. 76—83 die Fälle von gemischten und hypermetropischen Astigmatismus und von Hypermetropie und unter No. 84—100 die Augen mit Amblyopie und Innervationsanomalien zusammengestellt.

Tabelle

der Blickfeldgrenzen von 200 Augen nach innen, aussen, oben, unten.

No. 1—47 Emmetropen.

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand.	Auge	S.	Refraction.	Abstand h (mm.) γ	Abstand h (mm.) α	Blickfeldgrenzen Intern.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg oben	Blickfeldg unten	Summa oben — unten.
1.	Br. m.	Dr. med.	R	5/3	Emmetropie	48	18 4	52	49	104½	96	+	101	52	54	106
			L	5/3		49	16 3½	52½	47			8½	99½	51	53	104
2.	H. m.	Dr. med.	R	5/4		49½	16 3½	53	52	104	102	+	105	51	56	107
			L	5/4	"	47	17 4	51	50			2	101	50	55	105
3.[1]	K., W. m. 13	Bürgersch. II. Kl.	R	5/5		46	19 4½	50½	43	101	87	+	93½	45	58	103
			L	5/5	"	47	16 3½	50½	44			14	94½	47	53	100
4.	J., K. m. 12	Bürgersch. IV. Kl.	R	5/5		47	28 6	53	48	103	98	+	101	47	47	94
			L	5/5	"	46	17 4	50	50			5	100	46	50	96
5.	J., W. m. 11	Bürgersch. V. Kl.	R	5/5		45	19 4½	49½	47½	103½	94½	+	97	43	56	99
			L	5/5	"	50	19 4	54	47			9	101	49	58	107
6.	St., H. m. 13	Bürgersch. II. Kl.	R	5/5		49	24 5	54	45	106	95	+	99	51	48	99
			L	5/5	"	46	26 6	52	50			11	102	51	54	105
7.[2]	W., B. m. 13	Bürgersch. II. Kl.	R	5/4		50	21 4½	54½	49	109	101	+	103½	51	53	104
			L	5/4	"	49	25 5½	54½	52			8	106½	55	57	112
8.[3]	W., A. m. 10	Bürgersch. IV. Kl.	R	5/5		52	26 5	57	48	110	101	+	105	52	61	113
			L	5/5	"	47	26 6	53	53			9	106	45	61	106
9.[4]	B., R. m. 12	Bürgersch. II. Kl.	R	5/3		52	30 6	58	53	110	106	+	111	55	60	115
			L	5/3	"	46	26 6	52	53			4	105	55	59	114
0.	G., W. m. 13	Bürgersch. II. Kl.	R	5/4		46	21 5	51	45	102	94	+	96	49	50	99
			L	5/5	"	45	26 6	51	49			8	100	50	50	100
1.	L., W. m. 12	Bürgersch. III. Kl.	R	5/3		47	26 6	53	49	102½	98	+	102	47	56	103
			L	5/3	"	43	26 6½	49½	49			4½	98½	51	55	106
2.[5]	A., O. m. 11	Bürgersch. III. Kl.	R	5/4		38	23 6	44	43	87½	86	+	87	44	53	97
			L	5/5	"	36	28 7½	43½	43			1½	86½	46	52	98

[1]) 14: Grösste Differenz zwischen Int. u. Ext. [2]) 55: Grösster Wert für die Bewegung nach oben. [3]) 110: Grösster Wert für die Int. 61: Grösster Wert für die Excursion nach innen. [4]) 58: Grösster Wert für den Internus; 53: Grösster Wert für den Externus; 110: Grösster Wert für die Interni; 106: Grösster Wert für die Externi; 111: Grösster Wert für horiz. Excursion; 115: Grösster Wert für vertic. Excursion. [5]) 43½: Kleinster Wert für den Intern.; 43: Kleinster Weg für den Extern.; 87½: Kleinster Wert für die Interni; 86 Kleinster Wert für die Externi; 86½ Kleinster Wert für horiz. Excursion.

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand	Auge	S.	Refraction	∢ γ	Abstand h (mm.)	∢ α	Blickfeldgrenzen Intern.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg. oben	Blickfeldg. unten	Summa oben — unten
13.	St., Ed.	Bürgersch.	R	5/4	Emmetropie	43	27	6½	49½	46	99	98	+	95½	47	55	102
	m. 13	II. Kl.	L	5/4		43	28	6½	49½	52			1	101½	48	57	105
14.	H., L.	Bürgersch.	R	5/4		43	25	6	49	47	99	93	+	96	50	56	106
	m. 12	III. Kl.	L	5/4	"	43	30	7	50	46			6	96	45	54	99
15.	K., W.	Bürgersch.	R	5/5		46	26	6	52	48	103½	96	+	100	44	50	94
	m. 11½	II. Kl.	L	5/5	"	45	28	6½	51½	48			7½	99½	46	52	98
16.	R., S.	Realsch.	R	5/4		45	27	6	51	50	102	100	+	101	44	54	98
	m. 11	VI. b.	L	5/5	"	45	26	6	51	50			2	101	45	54	99
17.	Sch. W.	Bürgersch.	R	5/4		44	24	5½	49½	47½	99½	94½	+	97	44	54	98
	m. 10	V. Kl.	L	5/4	"	44	25	6	50	47			5	97	47	51	98
18.	Sch., A.	Realsch.	R	5/4		44	30	7	51	48	101½	98	+	99	47	57	104
	m. 10	VI. b.	L	5/4	"	45	23	5½	50½	50			3½	100½	47	58	105
19.	Sch., K.	Volkssch.	R	5/5		46	25	5½	51½	50	102	100	+	101½	47	56	103
	m. 12	III. Kl.	L	5/5	"	44	27	6½	50½	50			2	100½	49	58	97
20.	St., P.	Bürgersch.	R	5/5		46	26	6	52	47	103½	95	+	99	48	58	106
	m. 12	III. Kl.	L	5/5	"	46	25	5½	51½	48			8½	99½	46	57	103
21.	W., H.	Bürgersch.	R	5/5		46	27	6	52	48½	103½	97½	+	100½	47	57	104
	m. 12	III. Kl.	L	5/5	"	46	23	5½	51½	49			6	100½	52	58	110
22.	A., W.	Bürgersch.	R	5/3		48	23	5	53	51	102½	101	+	104	50	56	106
	m. 11	V. Kl.	L	5/4	"	44	24	5½	49½	50			1½	99½	50	58	108
23.	R., A.	Bürgersch.	R	5/5		45	26	6	51	50	101	100	+	101	45	56	101
	m. 11	V. Kl.	L	5/5	"	44	25	6	50	50			1	100	46	56	102
24.[1]	K., G.	Bürgersch.	R	5/5		45	22	5	50	48	96½	98	—	98	45	54	99
	m. 12	III. Kl.	L	5/5	"	40	25	6½	46½	50			1½	96½	45	51	96
25.	M., K.	Bürgersch.	R	5/4		46	30	6½	52½	47	99½	92	+	99½	47	54	101
	m. 11	V. Kl.	L	5/5	"	40	28	7	47	45			7½	92	46	51	97
26.	H., H.	Bürgersch.	R	5/3		45	20	5	50	51	101	101	+	101	49	53	102
	m. 11	IV. Kl.	L	5/4	"	44	30	7	51	50			0	101	49	53	102
27.[2]	Sch. W.	Realsch.	R	5/3		46	26	6	52	49	103½	98	+	101	42	48	90
	m. 11	VI. b.	L	5/4	"	45	28	6½	51½	49			5½	100½	43	50	93
28.	C., A.	Bürgersch.	R	5/4		48	28	6	54	48	107½	99	+	102	47	55	102
	m. 10	V. Kl.	L	5/4	"	47	30	6½	53½	51			8½	104½	50	59	109
29.	B., R.	Bürgersch.	R	5/4		46	24	5½	51½	50	104	99	+	101½	46	52	98
	m. 10	IV. Kl.	L	5/4	"	46	28	6½	52½	49			5	101½	48	54	102
30.	Sch., P.	Bürgersch.	R	5/3		42	23	5½	47½	45	94	90	+	92½	46	53	99
	m. 11	V. Kl.	L	5/4	"	40	26	6½	46½	45			4	91½	47	53	100
31.	V., C.	Bürgersch.	R	5/5		48	23	5	53	52	105½	102	+	105	50	55	105
	m. 14	II. Kl.	L	5/5	"	46	28	6½	52½	50			3½	102½	49	55	104

[1]) Überwiegen der Externi über die Interni. [2]) 48: Kleinster Wert für die Bewegung nach unten, 90 für die verticale Excursion.

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand	Auge	S.	Refraction	Abstand h (mm)	Blickfeldgrenzen Intern.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg. oben	Blickfeldg. unten	Summa oben — unten
32.	H., V. m. 9	Bürgersch. VI. Kl.	R 5/5 L 5/5		Emmetr.	40 27 7	47	45	93	90	+	92	45	50	95
						39 27 7	46	45			3	91	45	52	97
33.	H., G. m. 13	Bürgersch. III. Kl.	R 5/4 L 5/5		"	42 30 7	49	48	98½	93	+	97	48	55	103
						42 31 7½	49½	45			5½	94½	48	55	103
34.	J., R. m. 12	Bürgersch III. Kl.	R 5/4 L 5/4		"	41 23 6	47	47	91	88	+	94	48	54	102
						37 27 7	44	41			3	85	48	53	101
35.	S., W. m. 10	Bürgersch. V. Kl.	R 5/4 L 5/3		"	46 25 5½	51½	48	101	98	+	99½	50	51	101
						43 28 6½	49½	50			3	99½	51	53	104
36.	F., K. m. 10	Volkssch. IV. Kl.	R 5/5 L 5/5		"	46 29 6½	52½	45	102½	90	+	97½	47	52	99
						43 29 7	50	45			12½	95	49	54	103
37.[1]	B., H. m. 11	Bürgersch. IV. Kl.	R 5/3 L 5/3		"	52 26 5	57	46	110	97	+	103	48	55	103
						48 23 5	53	51			13	104	50	55	105
38.	E., W. m. 10	Bürgersch. V. Kl.	R 5/3 L 5/4		"	47 22 5	52	48	103½	94	+	100	48	56	104
						46 23 5½	51½	46			9½	97½	49	55	104
39.	Sp., R. m. 13	Bürgersch. IV. Kl.	R 5/5 L 5/5		"	47 23 5	52	49½	104½	100½	+	101½	50	60	110
						47 25 5½	52½	51			4	103½	49	57	106
40.	O., O. m. 12	Bürgersch. II. Kl.	R 5/5 L 5/4		"	49 24 5½	54½	53	107	104	+	107½	48	57	105
						46 28 6½	52½	51			3	103½	50	53	103
41.	H., E m. 11	Realsch. VI. b.	R 5/4 L 5/4		"	46 29 6½	52½	50	105	101	+	102½	52	58	110
						46 29 6½	52½	51			4	103½	50	58	108
42.	St., P. m. 10	Bürgersch. VI. Kl.	R 5/5 L 5/6		"	47 24 5½	52½	45	101½	89	+	97½	45	50	95
						42 30 7	49	44			12½	93	46	52	98
43.[2]	M., J. w. 15	—	R 5/5 L 5/5		"	46 21 5	51	50	100½	99	+	101	41	54	95
						44 22 5½	49½	49			1½	98½	40	56	96
44.	W., E. w. 17	Haus-mädchen	R 5/5 L 5/5		"	49 23 5	54	52	105½	103	+	106	48	57	105
						46 25 5½	51½	51			2½	102½	49	55	104
45.	E., M. w. 13	Volkssch. I. Kl.	R 5/4 L 5/4		"	48 22 5	53	48	102	96	+	101	45	55	100
						43 25 6	49	48			6	97	42	53	95
46.	Sch., P. m. 24	cand. med.	R 5/4 L 5/4		"	46 18 4½	50½	50	100½	99½	+	100½	49	55	104
						45 21 5	50	49½			1	99½	47	55	102
47.	R., E. m. 43	Schuhm.	R 5/4 L 5/4		"	48 26 5½	53½	46	101	93	+	99½	42	60	102
						41 26 6½	47½	47			8	94½	40	60	100
		Summa: 1—47:		R			R 2431	R 2265	4798½	4545½	+ 253	4696	2247	2226	
				L			L 2367½	L 2280½				4648	2572	2564	4819 4790
		Durchschnittswerte von 1—47:		R			51²/₃	48¹/₄	102	96¾	+ 5¼	100	47,5	54,5	102
				L			50¹/₃	48½				99	48	54,5	102½

[1]) 110: Grösster Wert für die Interni. [2]) 41: Kleinster Wert für die Excursion nach oben.

Nr. 48—70 Myopen:

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand.	Auge	S.	Refraction	∠ γ	Abstand h (mm.)	∢ α	Blickfeldgrenzen Interm.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Interm.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Interm. u. Extern.	Blickfeldg oben	Blickfeldg unten	Summa oben — unten.
48.	F., F. m. 12	Bürgersch. IV. Kl.	R L	5/5 5/5	M. -1/60 E.	46 45	26 27	6 6	52 51	52 52	103	104	— 1	104 103	45 46	52 55	97 101
49.	T., K. m. 12	Realsch. VI. b.	R L	5/4 5/5	M. -1/60 E.	45 42	21 26	5 6½	50 48½	52 50	98½	102	— 3½	102 98½	43 43	57 57	100 100
50.[1]	V., H. m. 12	Bürgersch. III. Kl.	R L	5/4 5/9	E. M. -1/60	48 41	22 22	5 5½	53 46½	51 50	99½	101	— 1½	104 96½	50 53	53 58	103 111
51.[2]	H., E. m. 25	cand. med.	R L	5/5 5/5	M. -1/60 E.	49 49	15 16	3½ 3½	52½ 52½	52 52	105	104	+ 1	104½ 104½	46 46	57 58	103 104
52.	H., I. w. 24	Dienst- mädchen	R L	5/5 5/5	M. -1/45 E.	45 41	20 26	5 6½	50 47½	50 47	97½	97	+ ½	100 94½	45 42	53 54	98 96
53.[3]	Sch., K. m. 11	Bürgersch. IV. Kl.	R L	5/6 5/9	M. -1/90 „ -1/90	45½ 47	24 25	5½ 5½	51 52½	45 49	103½	94	+ 9½	96 101½	45 47	54 54	99 101
54.	H., M. m. 13	Bürgersch. II. Kl.	R L	5/4 5/4	„ -1/60 „ -1/60	47 42	21 26	5 6½	52 48½	48 48	100½	96	+ 4½	100 96½	48 48	52 53	100 101
55.[4]	K., P. m. 11	Bürgersch. IV. Kl.	R L	5/5 5/5	„ -1/90 „ -1/90	45 45	27 27	6 6	51 51	54 54	102	108	— 6	105 105	50 51	59 59	109 110
56.[5]	Br., E. w. 16	Dienst- mädchen	R L	5/6 5/6	„ -1/90 „ -1/36	47 47	21 22	5 5	52 52	53 52	104	105	— 1	105 104	44 44	51 50	95 94
57.	Kl., J. m. 11	Bürgersch. III. Kl.	R L	5/5 5/5	„ -1/36 „ -1/45	40 38	28 29	6½ 7½	46½ 45½	49 50	92	99	— 7	95½ 95½	48 44	54 52	102 96
58.[6]	K., H. m. 23	Schuhm.	R L	5/5 5/5	„ -1/36 „ -1/36	47 43	21 26	5 6½	52 49½	53 52	101½	105	— 3½	105 101½	44 41	52 52	96 93
59.[7]	J., E. m. 13½	Bürgersch. II. Kl.	R L	5/5 5/5	„ -1/60 „ -1/36	45 48	25 28	6 6	51 54	57 56	105	113	— 8	108 110	50 50	56 57	106 107
60.	Th., E. w. 13	Bürgersch. II. Kl.	R L	5/5 5/5	„ -1/30 „ -1/30	46 45	18 24	4½ 5½	50½ 50½	53 54	101	107	— 6	103½ 104½	45 47	51 56	96 103
61.[8]	Sch., S. m. 17	Gymnas. II. a. Lat.	R L	5/6 5/6	„ -1/24 „ -1/30	45 45	26 26	6 6	51 51	51½ 53	102	104½	— 2½	102½ 104	53 50	56 57	109 107
62.	M., H. m. 23	cand. med.	R L	5/5 5/5	„ -1/20 „ -1/8	44 40	22 22	5½ 5½	49½ 45½	47 49	95	96	— 1	96½ 94½	44 46	51 52	95 98
63.	V., E. m. 21½	cand. med.	R L	5/5 5/5	„ -1/11 „ -1/11	47 44	21 21	5 5	52 49	53 54	101	107	— 6	105 103	46 47	63 61	109 108

[1]) 53: Grösster Wert der Bewegung nach oben. [2]) 105: Grösster Wert für die Interni. [3]) 45 Kleinster Wert für den Ext.; + 9½ Grösste Differenz. [4]) 54: Grösster Wert für den Extern. [5]) 50: Kleinster Wert für die Bewegung nach unten. [6]) 41° oben etwas zu klein wegen stark prominierender Orbita. [7]) 54: Grösster Wert für den Internus; 105: Grösster Wert für die Interni; 113: Grösster Wert für die Externi; 110: Grösster Wert für horiz. Excursion. [8]) 53: Grösster Wert für die Bewegung nach oben.

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand	Auge	S.	Refraction	∢ γ	Abstand h (mm.)	∢ α	Blickfeld-grenzen Intern.	Blickfeld-grenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg. oben	Blickfeldg. unten	Summa oben — unten
64.[1]	D., A. m. 23	cand. med.	R	5/5	M. -1/12 sph.	46	21	5	51	51½	101	100½	+ ½	102½	45	66	111
			L	5/5	○ 1/20 c.a.h. M. -1/11 sph. ○ 1/20 c.a.h.	46	17	4	50	49				99	40	67	107
65.[2]	H., M. m. 23	cand. med.	R	5/5	M. -1/8 sph	39	26	6½	45½	46	89½	91	— 1½	91½	40	53	93
			L	5/5	„ -1/6 „	37½	25	6½	44	45				89	39	52	91
66.[3]	T., K. m. 17	Gymnas. II. b.	R	5/4	„ -1/8 „	47	15	3½	50½	53½	100½	108½	— 8	104	46	58	104
			L	5/5	„ -1/7½ „	47	13	3	50	55				105	47	59	106
67.	F., C. m. 24	stud. theol.	R	5/5	„ -1/7 „	45	16	4	49	50	95	100	— 5	99	41	58	99
			L	5/5	„ -1/7½ „	42	15	4	46	50				96	42	60	102
68.	R., K. m. 17	Gymnas. II. a. L.	R	5/5	„ -1/7 „	44	26	6	50	51	98½	102	— 3½	101	51	53	104
			L	5/5	„ -1/6½ „	44½	17	4	48½	51				99½	50	58	108
69.	P. v. G. m. 21	stud. med.	R	5/5	„ -1/8 „	43	24	6	49	52	97½	105	— 7½	101	42	63	105
			L	5/5	„ -1/7 „	43	23	5½	48½	53				101½	42	66	108
70.[4]	W., O. m. 19	Kaufmann	R	5/9	„ -1/5 „	41	21	5½	46½	50	92	98	— 6	96½	43	60	103
			L	5/9	„ -1/5 „	40	21	5½	45½	48				93½	41	60	101
					Summa: 48—70:				R 1157½	R 1174½	2285	2347½	— 62½	R 2332	1046	1054	2100
									L 1127½	L 1173½				L 2300½	1307	1282	2589
																	2353 2336
					Durchschnittswerte von 48—70:				R 50⅓	R 51	99⅓	102	— 2⅔	R 101⅓	45½	46	
									L 49	L 51				L 100	56¾	55⅔	
																	102¼ 101⅔

No. 71—75 Myop. Astigmatiker:

71.	J., A w. 14	Volksssch. III. b.	R	5/5	Ast. m. -1/60 c. a. h.	42	20	5	47	48	94½	97	— 2½	95	47	57	104
			L	5/12	M. -1/45 ○ Ast. m. -1/60 a. h.	42	22	5½	47½	49				96½	47	58	105
72.[5]	Sch., K. m. 11	Realsch. VI. b.	R	5/6	M. -1/24 ○ Ast. m.	46	25	5½	51½	52	98½	105	— 6½	103½	48	53	101
			L	5/6	-1/40 c. a. v. Do . . . a. h.	41	25	6	47	53				100	51	56	107

[1]) 111: Grösster Wert für die vert. Excurs. 67: Grösster Wert für die Bewegung nach unten. [2]) 44: Kleinster Wert für den Internus; 45: Kleinster Wert für den Externus; 89½: Kleinster Wert für die Interni; 91: Kleinster Wert für die Externi; 91½: Kleinster Wert für die horiz. Excurs.; 39: Kleinster Wert für oben; 91: Kleinster Wert für vertik. Excurs. [3]) — 8: Stärkstes Überwiegen der Externi. [4]) Geringer Grad von Divergenz. [5]) Lat. Strat. diverg.

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand	Auge	S. Refraction	γ	Abstand h (mm.)	α	Blickfeldgrenzen Intern.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg. oben	Blickfeldg. unten	Blickfeldg. Summa oben — unten
73.	F., W. m. 12	Volkssch. II. Kl.	R $^5/_5$	Ast. m. $-^1/_{60}$ c. a. h.	48	25	5½	53½	47	103½	93	+	100½	50	56	106
			L $^5/_6$	Ast. m. $-^1/_{40}$ c. a. 45 nas. t.	44	26	6	50	46			10½	96	46	56	102
74.	Gr., P. m. 11	Freisch. III. Kl.	R $^5/_4$	Emtr. Ast. m.	49	29	6	55	53	105½	109	—	108	50	58	108
			L $^5/_{12}$	$-^1/_{30}$ c. a. n. temp. 60.	44	27	6½	50½	56			3½	106½	47	55	102
75.	K., K. m. 23	cand. med.	R $^5/_5$	Ast. m.	45	23	5½	50½	46	99½	93	+	96½	44	55	99
			L $^5/_5$	$-^1/_{90}$ c. a. v. Do $-^1/_{90}$ ...	43	25	6	49	47			6½	96	45	57	102
				Summa 71—75:			R	R 257½	R 246	501½	497	+	503½	R 236	239	518
							L	L 244	L 251			4½	495	L 282	279	
	Durchschnittswerte von 71—75:						R	51	49	100	99	+	100	48	56	104
							L	59	50			1	99	47	56	104

Nr. 76 - 78 Gemischte Astigmatiker und 79—83 Hypermetropen:

76.	D., M. w. 13	Volksch. I. Kl.	R $^5/_9$	A. h. $+^1/_{60}$ (F.) u. $+^1/_{30}$ (N.) c. a. v.	43	25	4	47	45	100½	95	+	92	47	58	105
			L $^5/_5$	Ast. m. $-^1/_{60}$ c. a. v.	50	17	3½	53½	50			5½	103½	52	60	112
77.	H., T. m. 23	Dr. med.	R $^5/_5$	A. h. $+^1/_{60}$ c. a. v.	46	25	5½	51½	45	102½	90	+	96½	48	55	103
			L $^5/_6$	Ast. m. $-^1/_{24}$ c. a. h.	45	26	6	51	45			12½	96	48	56	104
78.	W., A. w. 21	Dienst-mädchen.	R $^5/_{10}$	A. h. $+^1/_{14}$ c. a. v.	43	19	4½	47½	48	97	96	+	95½	41	52	93
			L $^5/_{10}$	Do $+^1/_{14}$ ...	43½	25	6	49½	48			1	97½	43	54	97
79.	Sch., G. m. 10	Bürgersch. IV. Kl.	R $^5/_4$	Emtr.	40	25	6½	46½	46	97½	93	+	92½	42	50	92
			L $^5/_5$	H. $+^1/_{90}$	45	27	6	51	47			4½	98	48	54	102
80.	H., M. w. 16	Stickerin	R $^5/_5$	H. $+^1/_{30}$ sph.	45	20	5	50	49	99	97	+	99	48	55	103
			L $^5/_5$	„ $+^1/_{30}$	43	25	6	49	48			2	97	45	57	102
81.	H., G. m. 15	Schneider	R $^5/_5$	„ $+^1/_{30}$ sph.	44	22	5½	49½	50	99½	102	—	99½	48	52	100
			L $^5/_5$	„ $+^1/_{30}$	44	26	6	50	52			2½	102	47	52	99
82.	W., M. w. 12	Volksch. III. Kl.	R $^5/_6$	„ $+^1/_{24}$ sph.	43	25	6	49	44	94½	89	+	93	42	47	89
			L $^5/_9$	„ $+^1/_{20}$	38	30	7½	45½	45			5½	90½	43	48	91

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand.	Auge	S.	Refraction	γ	Abstand h (mm.)	α	Blickfeldgrenzen Intern.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg oben	Blickfeldg unten	Summa oben — unten
1.[1]	H., C. m. 15	Schreiber	R	5/5	H. + 1/60 sph.	24	26	8	32	36½	68½	74½	— 6	68½ 74½	34 35	37 38	71 73
			L	5/5	„ + 1/60	30½	23	6½	36½	38							
					Summa 79—83:			R	227	225½	459	455½	+ 3½	R 452½	218	214	
								L	232	230				L 462	249	241	467 455
					Durchschnittswerte 79—83:			R	45½	45	92	91	+ 1	R 90½	43½	43	
								L	46½	46				L 92⅓	50	48	93⅓ 91
4.[2]	K., B. m. 12	Bürgersch. III. Kl.	R	5/12	Emtr.	46	27	6	52	49	102½	97	+ 5½	101 98½	47 47	39 50	86 97
			L	5/5	„	44	27	6½	50½	48							
5.[3]	N., W. m. 12	Bürgersch. III. Kl.	R	5/4	„	43	19	5	48	47	96	94	+ 2	95 95	48 48	52 52	100 100
			L	5/18	„	42	24	6	48	47							
6.[4]	H., A. m. 11	Bürgersch. IV. Kl.	R	3/12	„	45	21	5	50	49	103½	99	+ 4½	99 103½	50 53	57 59	107 112
			L	5/6	„	48	26	5½	53½	50							
7.[5]	B., E. m. 12	Bürgersch. III. Kl.	R	5/12	„	40	27	7	47	43	96	89	+ 7	90 95	42 46	49 52	99 98
			L	5/12	„	44	21	5	49	46							
8.[6]	B., E. m. 13	Bürgersch. II. Kl.	R	5/5	Emtr.	43	20	5	48	48	95	94	+ 1	96 93	45 47	59 54	104 101
			L	5/18	Ast. m. -1/18 c.	42	19	5	47	46							
9.[7]	Sch., A. w. 16	Arbeiterin	R	3/9	Ast. m. -1/60 c. a. h.	40	21	5½	45½	45	92	90	+ 2	90½ 91½	45 45	55 55	100 100
			L	3/18	Ast. m. -1/60 c. a. h.	40	25	6½	46½	45							
10.[8]	Sch., G. m. 14	Bürgersch. I. Kl.	R	5/5	Ast. m. -1/60 c. a. h.	45	27	6	51	45	93	91	+ 2	96 88	43 40	53 39	96 79
			L	5/6	Ast. m. -1/40 c. a. h.	.	.	.	42	46							
11.[9]	H., F. m. 12	Bürgersch. IV. Kl.	R	5/12	M -1/41½ sp	48	22	5	53	53	98	98	+ — 0	106 90	51 46	60 56	111 102
			L	5/24	„ -1 31/2 „	38½	26	6½	45	45							
12.[10]	K., H. m. 17	Hausb.	R	5/30	M. -1/3	54	26	5	59	59	116	120	— 4	118 118	52 54	53 57	105 111
			L	5/24	„ -1/3	52	26	5	57	61							

83—100 Augen mit Amblyopie, Strabismus und Nystagmus:

[1]) Einengung des Blickfeldes. Überwiegen der Externi. [2]) Rechts Amblyopie. [3]) Links Amblyopie. [4]) Rechts Amblyopie. [5]) Amblyopie. [6]) Amblyopie. [7]) Amblyopie. [8]) Geringer Grad von Nystagmus. [9]) Amblyopie. [10]) Amblyopie.

Nr.	Name Geschl. Alter	Stand	Auge	S.	Refraction	∢ γ	Abstand h (mm.)	∢ α	Blickfeldgrenzen Intern.	Blickfeldgrenzen Extern.	Summa beider Intern.	Summa beider Extern.	Differenz	Summa der Intern. u. Extern.	Blickfeldg. oben	Blickfeldg. unten	Blickfeldg. Summa
93.[1]	Z., W. m. 17	Schreiber	R L	5/24 5/18	M. -1/16 M. -1/18 sph. ⌔ Ast. m. -1/30 c.	45 40	25 24	6 6	51 46	55 55	97	110	— 13	106 101	45 42	57 49	1(9
94.[2]	K., I. w. 17	Wittwt.	R L	5/24 5/24	a. h. M. - 1/13 4 „ - 1/11 2	36	24	6½	42½ 46	47 48	88½	95	— 6½	89½ 94	54 55	59 63	1 1
95.[3]	K., E. w. 14	Dienstmädchen.	R L	5/18 5/18	M. - 1/31 2 „ - 1/31 2	40 40	26 27	6½ 77	46½ 47	50 50	93½	100	— 6½	96½ 97	45 45	53 49	9 9
96.[4]	Sch. J. m. 11	Bürgersch. III. Kl.	R L	5/9 5/9	M. - 1/51 2 „ - 1/51 2	40 37	28 26	7 7	47 44	42 38	91	80	+ 11	89 82	42 44	54 51	9 9
97.[5]	P., A. m. 11	Bürgersch. IV. Kl.	R L	3/12 5/5	H. + 1/24 (1/16 f. d. N.) M. -1/30 sph.	57 48	25 26	4½ 5½	51½ 53½	57 57	105	114	— 9	108½ 110½	45 50	45 52	9 1(
98.[6]	C., A. m. 24	Böttcher	R L	5/18 5/5	H. + 1/30 Emtr.	49 40	18 23	4 6	53 46	57 52	99	109	— 10	110 98	50 44	58 51	1(9
99.[7]	L., O. m. 12	Bürgersch. III. Kl.	R L	5/5 5/5	Emtr. „	37 36	27 25	7 6½	44 42½	40 35	86½	75	+ 11½	84 77½	44 42	50 49	9 9
a. 100.[8]	W., W. m. 17	Steinsetzer	R	5/24	M. - 1/31 2	41	23	6	47	49	—	—	—	96	52	56	1(
b.	H., W. w. 35	Tagelöhn.	R	5/5	Emtr.	47	20	4½	51½	45				96½	46	51	9

[1]) Amblyopie. [2]) Amblyopie. [3]) Latente Divergenz und Amblyopie. [4]) Nystagmus, La Strab. diverg. — Parese des l. Ext. und Int. (Gleichnamige Doppelbilder beim Blick na links, gekreuzte beim Blick nach rechts). [5]) Lat. Strab. divergens. [6]) Amblyopie u Thränenleiden, das eine exacte Prüfung der Augen ausschloss. [7]) Nystagmus bei A duction und Abduction. [8]) a. Links: Keratitis. b. Links: Hochgradige Tränensac erweiterung.

Um die Resultate meiner Messungen kurz zusammenzufassen und sie so vergleichbar zu machen mit den Resultaten früherer Beobachter, stelle ich die Durchschnittswerte sowie die kleinst- und grösstmöglichen Werte für Emmetropie, Myopie, myopischen Astigmatismus und Hypermetropie zusammen in einer zweiten kleineren Tabelle:

Intern.	Extern.	2 Interni	2 Externi	Differenz	Horizontal	Oben	Unten	Vertical
I. Emmetropie:								
51	48½	102	97	+ 5	99½	48	54½	102½
43½-58	43-53	87½-110	86-106	− + 1½-14	86½-111	41-45	48-61	90-115
II. Myopie:								
49⅔	51	99⅓	102	− 2⅔	100⅔	46	56	102
44-54	45-54	89½-105	91-113	+ − 9½-8	91½-110	39-53	50-67	91-111
III. Myop. Astigmatismus.								
50	49½	100	99	+ 1	99½	47½	56½	104
47-53½	46-56	94,5-105,5	93-109	+ − 10½-6½	95-100½	44-51	55-58	99-108
IV. Hypermetropie.								
46	45½	92	91	+ 1	91½	43	49	92
32-51	36½-52	68½-99½	74½-102	+ − 5½-6	74½-102	34-48	37-57	71-103

Die in der ersteren grossen Tabelle aufgestellten Resultate meiner Messungen, die, wie ich noch besonders hervorheben will, um nicht Anlass zu Irrtümern zu geben, fast ausschliesslich an jugendlichen Individuen vorgenommen sind, sind in vieler Beziehung recht eindeutig und bieten theoretisches und praktisches Interesse; andererseits geben sie Anlass zu einigen Betrachtungen über die bei Refractionsanomalien in Sonderheit vorkommenden Abweichungen von der Norm.

Im Allgemeinen nähern sich meine Durchschnittswerte den von Schneller aufgestellten Zahlen, die ich der besseren Übersicht halber hier noch einmal bringe:

	Intern.	Extern.	Differenz
Bei E in der Jugend	54	50	+ 8,
„ M „ „	54½	54	+ 1,
„ H „ „	46½	41	+ 11,
„ E im Alter	45½	40	+ 11
„ M „ „	31	30	+ 2
„ H „ „	25½	26½	— 2.

Im Durchschnitte von 47 emmetropischen Augen ergeben sich also bei mir: 51° (51⅔ rechts und 50⅓ links) nach innen, 48½° nach aussen, 102° als Gesamtwirkung beider Interni, 97 als die beider Externi, somit eine Differenz beider Interni und Externi von 5° und als Gesamtwirkung jedes Auges im horizontalen Meridiane 100° und 99°, endlich 47½° nach oben, 54½° nach unten und 102½° im gesamten verticalen Bogen. Als kleinste und grösste Werte fand ich 43½° und 58° (Int.), 43° und 53° (Ext.), 87½ und 110° (2 Int.), 86° und 106° (2 Ext.), — 1½° und + 14° (Differenz), 86½° und 111° (horizontal), 41° und 55° (oben), 48° und 61° (unten) und 90° und 115° (vertical) Die Resultate sind somit — was jugendliche Emmetropen anlangt — sehr übereinstimmend mit denen von Schneller, welcher 54° nach innen und 50° nach aussen fand, also nur um circa 3° kleiner und mit dem Unterschiede, dass bei ihm die Interni relativ noch mehr als bei mir leisten, sodass bei ihm die Differenz + 8° beträgt. Nur wenig kleinere Werte im horizontalen Bogen fand Helmholtz; sie differieren nur um 2°, doch sind nach ihm die Kräfte der Interni und Externi genau gleich gross. Gegenüber den von anderen Autoren gefundenen Werten sind die meinigen erheblich grösser; diese früheren Zahlen betragen nur durchschnittlich 82°—89° und dürften sicher zu klein ausgefallen sein. Dass das Überwiegen der Interni- über die Externikräfte bei Emmetropen zur Regel gehört, wie Schneller angiebt, bestätigen meine Zahlen aufs deutlichste. Diese Thatsache motiviert Schneller damit, dass die Interni imstande sein müssen, die Adduction von 51° (nach meinen Beobachtungen bis zu 58°, nach Donders und Schneller

sogar bis zu 71°) zu leisten, während die Abduction bei normalen Muskelverhältnissen kaum $3—4^1/_2{}^0$ übersteigt. Andrerseits verträgt sich aber auch ein geringes Überwiegen der Kräfte beider Externi über die der Interni, nach Schneller bis zu 2^0, nach mir, wie ich in Fall No. 24 beobachten konnte, um $1^1/_2{}^0$.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle eine kurze Betrachtung einzuschieben, die streng genommen nicht zum Thema gehört: Im Gegensatz zu dem physiologischen Postulat, wonach, wie ich eben festgestellt, ein Überwiegen der Kräfte der Interni über die der Externi gefordert wird, stehen die anatomischen Verhältnisse am Auge, wie ich sie aus den Arbeiten von Volkmann und Schneller kennen gelernt habe. Nach Volkmann sind die Muskelwirkungen am Augapfel abhängig von der Richtung, Grösse und Querschnitt der Muskeln und der Grösse der Contractilität. Die Richtung kommt bei dem Internus und Externus nicht differenzierend in Betracht. Dagegen ist nach Volkmann die Länge des I = 40,8, des E = 40,6 mm und der Querschnitt des I = 17,4, des E = 16,7 qmm und nach Schneller die Länge des I = 44,5 und des E = 53 mm (also I : E = 1 : 1,18); und weiter ist das Verhältnis der Contractilität des I zu der des E = 1 : 2 nach den Bestimmungen von Volkmann, die freilich, wie er selbst zugiebt, nicht ganz genau, sondern für den I ein wenig zu klein, für den E ein wenig zu gross ausgefallen sind. — Unter Contractilität ist dabei zu verstehen das Verhältnis der Verkürzung des Muskels zur natürlichen Länge desselben, und dies Verhältnis wird bestimmt durch die Länge des an dem Bulbus aufgewickelten Muskelstückes. — Die Kräfte sind also bei Voraussetzung gleichmässiger Innervationsstärke offenbar sehr verschieden für den I. und E. und zwar günstiger für den E als für den I. Gleichwohl lehrt die Erfahrung das Gegenteil, und wir müssen daher annehmen, dass entweder dem Externus grössere Widerstände gegenüberstehen oder die Innervation desselben weniger kräftig

erfolgt, damit er an wirkender Kraft weniger leistet als der Internus, der anatomisch schlechter gestellt ist.

Für das Blickfeld im verticalen Meridiane ergaben meine Zahlen eine schon wesentlichere Differenz gegenüber denen andrer Autoren. Bei mir reichen im Durchschnitt die Blickfelder 48° über den Horizont und 54° unter den Horizont, während Schneller 49° nach oben und 45° nach unten, Donders-Schuurmann 34° und 57°, Helmholtz 45° und 45°, Hering 20° und 60°, Volkmann 35° und 50° und Aubert 30° und 57° gefunden haben. Dass die Blickfelder so verschieden ausgefallen sind und bei Schneller relativ grösser, bei den übrigen relativ kleiner nach oben als nach unten erscheinen, ist wohl in der Methode begründet, da z. B. in der Schneller'schen Methode beim Erfassen nur des Zahnbrettchens allein der Kopf zurückgebogen wird, während die anderen teils von der Primär- teils von der Normalstellung ausgegangen sind. Gleichwohl bleiben die Gesamtexcursionen im verticalen Meridiane, mögen sie nun nach dieser oder jener Methode aufgenommen sein, mit einander vergleichbar. Und da finde ich unter meinen Zahlen die grössten Werte, nämlich durchschnittlich 102° (90°—115°), während Schneller den Gesamtbogen auf 94°, die übrigen auf unter 90° bestimmten. Es muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, endgültig die Richtigkeit dieser Werte im verticalen Meridiane festzustellen.

Das Geschlecht hat übrigens, soweit ich aus den wenigen Zahlen über das weibliche Geschlecht schliessen kann, keinen wesentlichen Einfluss auf die Grösse des Blickfeldes. Es haben dies aber frühere Untersucher zur Genüge festgestellt. Die von so vielen Seiten hervorgehobene Einengung des Gesichtsfeldes bei kurz hinter einander angestellten Prüfungen kann ich ebenfalls constatieren. Die Einengung ist hier lediglich Folge von Ermüdung. Denn nach gehörigem Ausruhen finde ich wieder die normal grossen Werte. Schneller bringt damit in Zusammenhang, dass auch allgemeine Schwächezu-

stände und, wie schon Donders und Schuurman fanden, das Alter das Blickfeld verengern. Die Befunde von Schneller beweisen dies thatsächlich. Ich habe leider nicht Gelegenheit gehabt, ältere Individuen zur Untersuchung zu bekommen.

Als das kleinste Blickfeld eines Emmetropen, wenigstens im horizontalen Bogen, kann das unter No. 12 gelten mit folgenden Werten: I = $43^1/_2{}^0$, E = 43^0, 2 I = $87^1/_2$, 2 E = 86 und I + E = $86^1/_2{}^0$; und das grösste Blickfeld ist das unter No. 9 mit den Werten: I = 58^0, E = 53^0, 2 I = 110^0, 2 E = 106^0, horizontal = 111^0 und vertical = 115^0. Und wenn ich nun noch die Befunde auf dem rechten und linken Auge gesondert betrachte, so ergeben sich im Durchschnitt nur so geringe Differenzen, dass ich von denselben ganz absehen kann. Ich finde nur ein Überwiegen des rechten Internus gegenüber dem linken um etwas über 1^0 und somit eine Zunahme der Beweglichkeit des rechten Auges gegen die des linken Auges um 1^0. Dass natürlich im Einzelfalle grössere Differenzen auftreten können, zeigen die Fälle No. 9, 13, 34 und 47, nach denen der eine Internus den des andern Auges um 6^0 und 9^0 übertreffen kann.

Es wird nun weiter von Interesse sein zu sehen, innerhalb welcher Grenzen die Werte bei Refractionsanomalien schwanken und wie sie sich dem emmetropischen Auge gegenüber verhalten. Über Myopie liegen mir 23 Fälle vor. Im Durchschnitt und als kleinste und grösste Werte fand ich I = $49^2/_3{}^0$ (44^0—54^0), E = 51^0 (45^0—54^0), 2 I = $99^1/_3{}^0$ ($89^1/_2{}^0$—105^0), 2 E = 102^0 (91^0—113^0), Differenz = $-2^2/_3{}^0$ ($+9^1/_2$— -8^0), horizontal = $100^2/_3{}^0$ ($91^1/_2$—110^0), oben = 46^0 (39^0—53^0), unten = 56^0 (50^0—67^0), vertical = 102^0 (91^0—111^0). Da ich unter meinen Myopen wiederum kein älteres Individuum habe, so kann ich wieder nicht die interessanten Befunde von Donders, Schuurmann und Schneller bestätigen, wonach im hohen Alter eine hochgradige Einengung des Gesichtsfeldes, die noch bedeutender als beim Emmetropen ist, stattfindet. Donders fand nämlich statt der normalen myopischen 87^0 nur 79^0 in horizontaler

Richtung, Schuurmann 74° bei Individuen über 40 Jahre und 84° bei Individuen unter 40 Jahren und Schneller gar nur 61° (31° nach innen und 30° nach aussen). Dagegen will ich gleich hier mitteilen, dass in den hochgradigsten Fällen von Myopie (die ich erst später unter No. 91—96 bringe, da sie mit Amblyopie verbunden sind) eine Einschränkung der Blickfeldgrenzen im horizontalen Meridiane von mir beobachtet wurde, sodass die Blickfelder hier, da die Bewegungen nach oben und unten unverändert bleiben, eine mehr stehend ovale Form annehmen. Diese Einengung im horizontalen Bogen beträgt bei mir in den genannten Fällen bis zu 10°, bei Schneller 10°—15°. Auch Donders und Schuurman haben bereits auf diese Erscheinung hingewiesen. Diese Einengung erklärt sich leicht aus der wachsenden Länge des Augapfels, indem die grösseren Durchmesser und vor allem die ellipsoide Form desselben und die grössere Entfernung des Bewegungscentrums von der hinteren Fläche der Sklera im allgemeinen schon die Beweglichkeit hindern und die Rotationswinkel bei gleicher Contractilität des Muskels notwendiger Weise kleiner sein müssen, wobei aber schwer zu verstehen ist, warum diese Schwerbeweglichkeit nicht auch im verticalen Meridiane eintritt. Nur zweimal (No. 58 und 60) finde ich ein liegend eiförmiges Blickfeld.

Das auffallendste Resultat in den Fällen von Myopie ist aber das Überwiegen der Kräfte der Externi über die der Interni, während es beim emmetropischen Auge gerade umgekehrt war. Dieser Befund ist zwar nicht ganz neu; er scheint mir aber bislang noch nicht in das rechte Licht gerückt zu sein. Schon Donders ist diese veränderte Beweglichkeit aufgefallen. Er sagt nämlich: „Meine Untersuchungen haben mich überzeugt, dass bei Myopie, wenn man von parallelen Sehlinien ausgeht, sehr bald die Beweglichkeit einigermassen nach innen beschränkt zu sein pflegt, während die nach aussen durchaus keine Einbusse erleidet, ja dass unter dem Einfluss eines Prismas die Sehlinien zu grösserer Divergenz gebracht werden können als bei Nichtmyopen.

Unter dem Einfluss von Prismen mit dem brechenden ∢ nach aussen erreichen Myopen im Mittel eine Divergenz von 5,8°, Emmetropen nur 3,9°. Dennoch giebt Donders als Durchschnittswerte eines Blickfelds eines Myopen 41° nach innen und 38° nach aussen an. Dagegen hat Schneller Zahlen gefunden, die mit meinem Befunde ziemlich übereinstimmen. Während nach ihm die Differenz zwischen I und E bei Emmetropie + 8° ist, ist sie bei Myopie nur noch + 1°, also um 7° kleiner als bei Emmetropie. Dem würden nun in meinen Fällen, wenn ich von den bei meinen Myopen gefundenen + 5° ebenfalls 7° subtrahiere, − 2° entsprechen, und in der That finde ich − $2^2/_3$° für die Differenz der I und E im Durchschnitt von 23 geringeren und mittleren Graden von Myopie.

Wie ist nun aber diese Erscheinung, dass bei Myopie die Kräfte der Externi mehr leisten als die der Interni, zu erklären? Aus den trefflichen Ausführungen von Donders über die Entstehung des Strabismus concomitans (convergens und divergens) geht deutlich hervor, dass analog der Entwicklung des Strabismus auch die bei der Bestimmung des myopischen Blickfelds gefundene Muskelanomalie als Ursache die anatomische Grundlage hat: ich meine die Ausdehnung und veränderte Form des Augapfels. Ein Blick auf die 3 Augen (Tafel III, Figur I—III), die ich aus dem Donders entnommen habe, und zu deren Erläuterung ich Donders reden lasse, wird dies am besten darthun. „Figur I. stellt ein normales, Figur II. ein myopisches und Figur III. ein hypermetropisches Auge dar. Bei allen dreien geht der horizontale Schnitt durch den Sehnerven n. I ist deshalb der innere, E der äussere Teil des Auges. Die Axe der Hornhaut und des Bulbus g a schneidet die Cornea in der Mitte. Nun ist diese Axe durchaus nicht auf den fixierten Gegenstand gerichtet, der vielmehr sein Bild in der fovea centralis auf der macula lutea l abbildet. Eine gerade Linie, welche man von dem Netzhautbilde der fovea nach ihrem Gegenstande zieht, ist die Gesichts- oder Sehlinie l_1 l; und von dieser wollen wir annehmen, dass sie

die Hornhautaxe in dem vereinigten Knotenpunkte K schneide. Der Winkel l_1 K a ist also der Winkel zwischen der Hornhautaxe und der Gesichtlinie im horizontalen Meridiane. Im emmetropischen Auge schneidet die Gesichtslinie die Hornhaut nach innen von der Axe. Bei Myopen ist dieser sogenannte Winkel α kleiner, ja selbst negativ, d. h. es kann in den höchsten Graden von Myopie die Hornhaut von der Gesichtslinie selbst an der Aussenseite ihrer Axe geschnitten werden. Und bei Hypermetropie ist endlich α im Gegensatz zu dem, was bei Myopie gefunden, besonders gross. Daraus folgt nun, dass bei emmetropischen Individuen beim Blick in die Ferne, wobei die Gesichtslinien parallel stehen, die Hornhautaxen unter einem Winkel von ungefähr 10° divergieren, mehr noch bei Hypermetropen, aber weniger bei Myopen, bei denen sie selbst convergieren können". Wäre man nun berechtigt, die Ausgangsstellung, in der ja die Gesichtslinien parallel in einer horitontalen Fläche liegen, als diejenige Stellung anzusehen, bei welcher sich sämtliche Augenmuskeln gleichmässig in ihrem physiologischen Ruhestand befinden und die Innervation aller Augenmuskeln die minimalste ist — und dies ist in der That der Fall nach den Untersuchungen von Fick, Ruete und Volkmann, nach denen eben bei der Normalstellung das Coordinatensystem des Augapfels und das der Augenhöhle zusammenfällt, und es stehen ja auch in der Narkose die Augen parallel —, so ergiebt sich mit Leichtigkeit aus den 3 Figuren, dass die Grössen- und damit die Beweglichkeitsverhältnisse zwischen Interni und Externi bei den verschieden gebauten Augen verschiedene sein müssen, derart dass bei Myopen das Grössenverhältnis oder die Contractilität zu Gunsten der Externi, bei Hypermetropen zu Gunsten der Interni gegenüber dem gesunden emmetropischen Auge wächst. Ich will nicht noch darauf eingehen, dass diese Insufficienz des Internus resp. Externus noch andre und wichtigere Folgen hat, deren letzte absolut divergierendes und convergierendes Schielen ist. In Übereinstimmung mit dieser theoretischen Betrachtung von

den günstigeren Verhältnissen auf Seiten der Externi bei den Myopen zeigen nun meine Zahlen, dass in der That durchschnittlich bei Myopen die Differenz zwischen Interni und Externi um ebensoviel (7°) von denen bei Emmetropie wie der Winkel α bei Myopie von demjenigen beim gesunden emmetropischen Auge abweicht. Ähnliche Verhältnisse müssten sich theoretisch auch für die Bewegungen nach oben und unten ergeben. Wollte man diese aber durch Blickfeldmessungen bestätigen, so müsste man, um die Resultate für Emmetropie und Myopie mit einander vergleichen zu können, von einer scharf definierten Stellung ausgehen, wie sie eben nun einmal die Ausgangsstellung, von der ich ausgegangen bin, wenigstens für den verticalen Meridian nicht ist.

Es ist selbstverständlich nach den eben gemachten Ausführungen, dass das für Myopie so charakteristische Überwiegen der Externi über die Interni nicht in den Fällen von Myopie beobachtet werden kann, in denen nur eine Refractionsanomalie, nicht aber eine Formveränderung des Bulbus vorliegt. Und darum finden wir auch oft genug in den geringsten Graden von Myopie (vgl. No. 51—54) den für das emmetropische Auge geltenden Typus der stärkeren Interuswirkung vor. Andrerseits kann die Differenz auch bis auf — 8° (No. 59) steigen. Dass die Differenz genau proportional mit dem Grade der Myopie sich verändert, ist natürlich nicht zu erwarten. Denn es braucht ja die Formveränderung des Bulbus nicht proportional mit der Stärke des corrigierenden Glases vor sich zu gehen.

Hinsichtlich des myopischen Astigmatismus, worüber mir 5 Fälle (No. 71—75); vorliegen, ist nichts wesentlich Neues zu sagen. Wo nur Hornhautveränderungen den Astigmatismus bedingen, dürften die Muskelverhältnisse unverändert sein (No. 73 und 75); wo neben dem Astigmatismus noch Myopie und somit vielleicht Axenverlängerung besteht, müssen wieder die Externikräfte überwiegen. Thatsächlich zeigen die zusammengesetzten Fälle von myopischen Astigmatismus

eine negative Differenz (No. 71 und 72), die einfach astigmatischen Augen eine positive Differenz (No. 73 und 75). Wenn No. 74 hier einmal von der Regel abweicht, so möchte ich glauben, dass hier vielleicht die verringerte Sehschärfe des linken Auges mit im Spiele ist. Die in der obigen Tabelle für den myopischen Astigmatismus aufgestellten Durchschnittszahlen stehen, da sie Mittelwerte von reinem Astigmatismus und zusammengesetzten Astigmatismus sind, in der Mitte der Werte für Emmetropie und Myopie. Die grössten und kleinsten Werte für den Astigmatismus zeigen nichts Neues. Nur macht sich wieder in den Fällen No. 71 — 73 die Eiform des Blickfeldes eines myopischen Auges geltend.

In den Fällen von gemischten (No. 76 und 77) und hypermetropischen Astigmatismus, in denen wieder nur Hornhautveränderungen die Ursache der Refractionsanomalie sind, zeigen sich, wie dies auch theoretisch der Fall sein muss, die Muskelverhältnisse wie am gesunden Auge.

Was nun die Hypermetropie anlangt, so ergiebt die Grössenzunahme des Winkels α bis zu + 7,5° (statt 5°) eine günstigere Insertion und relativ bedeutendere Grösse und Contractilität des Internus gegenüber dem des emmetropischen Auges, und somit müssten theoretisch die Kräfte der Interni die der Externi um 5° (= 2. 2,5°) mehr als beim Emmetropen, also im Ganzen um 10° übertreffen. Und in der That haben Donders und Schuurman eine Einengung des Blickfelds nach aussen hin um 4° gegen das Emmetropenauge gefunden, und bei Schneller zeigt sich die Differenz zwischen I und E um 3° vergrössert gegenüber dem gleichaltrigen emmetropischen Auge, sodass bei ihm die Differenz + 11° (statt 8°) beträgt. Ich selbst kann, da ich nur 5 Hypermetropen und dabei nur sehr schwache Grade von Hypermetropie zu untersuchen Gelegenheit hatte, eine Bestätigung dessen nicht beibringen. Ich fand durchschnittlich I = 46°, E = 45½°, 2 I = 92°, 2 E = 91°, Differenz = + 1°, horizontal = 91½°, oben = 43°, unten = 49° und vertical = 92°, Schneller

dagegen J = $46^1/_2{}^0$, E = 41^0 und horizontal = $87^1/_2{}^0$. In 2 Fällen (No. 81 und 83) überwiegen umgekehrt sogar die Externi. Nach den Befunden von Schneller gehört dies sogar im hohen Alter zur Regel, wo dann durchschnittlich die Differenz = — 2^0 ist. Ein Grund hierfür dürfte nur in einer Insufficienz des Internus zu suchen sein, die ja nicht so selten auch bei Hypermetropie vorkommt. Wir finden aber in meiner Tabelle ein anderes Resultat, nämlich dass das Blickfeld allseitig eingeengt ist. Wenn ich die Einengung nicht so gross finde wie Schneller (nach ihm 8^0 horizontal und 10^0 vertical durchschnittlich gegen Emmetropie), so mag dies seinen Grund in dem geringeren Grad meiner Fälle von Hypermetropie haben. Und über die hochgradigste Einschränkung im hohen Alter zu urteilen muss ich aus Mangel an Material unterlassen.

Es erübrigt noch, die letzten 17 Fälle meiner Tabelle einer kurzen Betrachtung zu unterwerfen. In ihnen sind die mit Amblyopie, Strabismus und sonstigen Innervationsanomalien behafteten Augen zusammengestellt. Die Amblyopie als solche hat im allgemeinen nach meinen Befunden keinen sehr wesentlichen Einfluss auf die Beweglichkeit des Auges. Hier und da finde ich zwar eine geringe Blickfeldeinschränkung, in anderen Fällen aber ist die Grösse der Augenbewegungen unverändert, und zuweilen — vielleicht sind dies nur Ausnahmen — ist das Blickfeld sogar vergrössert. Ich möchte aber auf diese Befunde nicht allzugrossen Wert legen, da die Sehschwäche des Auges die Bestimmung des Blickfelds am Perimeter oft schwer, unsicher, ja unmöglich macht. In den Fällen von No. 84—86 und 88—89 mit einseitiger und 87 mit beiderseitiger Herabsetzung der Sehschärfe ist durch die Amblyopie nur das geändert, dass das Blickfeld nicht nur auf dem amblyopischen, sondern auch auf dem gesunden Auge ein wenig in horizontaler Richtung und bei No. 84 auch im verticalen Meridiane eingeengt ist. Die Fälle No. 91—95 und 100 a mit hochgradiger Myopie und starker Sehschwäche zeigen teils die für Myopie charakte-

ristische Einengung des Gesichtsfeldes im horizontalen Bogen und No. 95 auch im verticalen Meridiane, teils aber gegen die Regel eine excessive Beweglichkeit (No. 92 und 93) in beiden Richtungen. wofür einen Grund zu finden mir nicht gelingen will Doch zeigen auch diese Fälle wieder ausnahmslos ein Überwiegen der Externikräfte. Die sehr bedeutende allseitige Einschränkung des Blickfelds in No. 90, 96 und 99 erklärt sich wohl zur Genüge aus der Innervationsstörung, die ja bei Nystagmus vorhanden sein muss, und in Fall 96 erklärt sich noch die geringere Excursionsfähigkeit des linken Auges gegenüber der des rechten aus der linksseitigen Internus- und Externusparese, die ich aus dem Vorhandensein von Doppelbildern beim Blick nach rechts und links sicher erschliessen konnte. Und dass in diesem Falle von Myopie die Differenz gegen die Regel positiv ist, rührt daher, dass der Internus dieses linken Auges weniger paretisch war als der Externus. In Fall No. 97, wo das eine Auge hypermetropisch war, das andre myopisch, konnte ich deutlich einen Strabismus divergens nachweisen; nicht uninteressant ist noch hierbei, dass das rechte Auge, da es hypermetropisch ist, die oben erwähnte Blickfeldeinschränkung bereits zeigt, während die Bewegungsexcursionen des linken mässig myopischen Auges unverändert geblieben sind. Die Fälle No. 98 und 100 b endlich bedürfen keines weiteren Commentares.

Wenn ich nun noch kurz die Ergebnisse meiner von der Ausgangstellung aus gemachten Blickfeldmessungen zusammenfassen darf, so lehren sie folgendes:

1) Die totale Excursion des gesunden emmetropischen Auges beträgt in den beiden Hauptmeridianen etwas über 100°.

2) Gleich gross ist auch das Blickfeld in den niederen und mittleren Graden von Myopie; in den höchsten Graden von Kurzsichtigkeit findet eine Einenguug des Blickfeldes meist in horizontaler (stehend ovale Form des Blickfeldes), selten in verticaler Richtung (liegend ovale Form) statt. Die

Excursion ist dann um so geringer, je stärker der Grad der Myopie ist. Ausnahmsweise findet man bei Myopie eine excessive Beweglichkeit.

3) Bei Hypermetropie — in allen Graden derselben — nimmt die Beweglichkeit in beiden Meridianen ab.

4) Die Excursionen sind für beide Augen — gleiche Refraction vorausgesetzt — meistens nahezu gleich. Bei Anisometropie können die Muskelverhältnisse entsprechend den verschiedenen Refractionszuständen auf beiden Augen ungleich sein.

5) Bei Emmetropie überwiegen die Kräfte der Interni die der Externi durchschnittlich um 5^0 (1^0—14^0), etwas mehr noch ($7{,}5^0$) bei Hypermetropie, während bei Myopie das Verhältnis ein umgekehrtes ist, indem die Externi mehr an Kraft als die Interni leisten (durchschnittlich um 2^0 und bis 8^0). Bei Emmetropie kommt dieses umgekehrte Verhältnis nur ausnahmsweise, bei Hypermetropie zuweilen — und dann im Alter — vor.

6) Reiner Hornhaut- und Linsenastigmatismus ändert nichts an den Muskelkräften; dieselben verhalten sich vielmehr wie bei einem Auge gleicher Refraction.

7) Amblyopie als solche ist im allgemeinen ohne wesentlichen Einfluss auf die Grösse des Blickfeldes. Dasselbe ist hier und da ein wenig eingeengt, kann aber auch vergrössert sein.

8) Im hohen Alter nimmt die Beweglichkeit ab.

9) Das Geschlecht ist ohne Einfluss auf die Grösse des Blickfeldes.

10) Ermüdung des Auges hat vorübergehende Blickfeldeinschränkung zur Folge.

11) Bei Innervationsstörungen findet man notwendiger Weise eine geringere Beweglichkeit nach der Seite des gelähmten Muskels hin.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, den Herren Geh. Medicinalrat Prof. Dr. Graefe und Assistenzarzt Dr. Braunschweig, welche mich zu meiner Arbeit angeregt und bei derselben vielfach unterstützt haben, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Verzeichnis der vornehmlich benutzten Litteratur.

1) Aubert: Physiologische Optik. (Handbuch der gesamten Augenheilkunde, herausgeg. von Alfred Graefe und Saemisch; II. Band, 1876).

2) Berthold: Über die Bewegungen des kurzsichtigen Auges. (v. Graefe's Archiv für Ophthalmologie, herausg. von Arlt, Donders und v. Gräfe, 1865, Band XI, Teil 3).

3) Donders: Die Anomalien der Refraction und Accomodation des Auges. (Deutsche Originalausgabe v. Becker, 1866).

4) Fick: Die Bewegungen des Augapfels. (Zeitschrift für rationelle Medicin, herausg. von Henle und Pfeufer; neue Folge 1854. Band IV.).

5) Alfred Graefe: Die Motilitätsstörungen des Auges. Handbuch d. ges. Augenh. Band VI., IV. Teil der Pathologie und Therapie, 1874).

6) Helmholtz: Über die normalen Bewegungen des menschlichen Auges. (v. Graefe's Archiv f. Ophthalm. 1863, Band IX, 2).

7) Helmholtz: Über binoculäres Sehen (Klinische Monatschrift für Augenheilkunde, 1867).

8) Ewald Hering: Lehre von binoculären Sehen (Leipzig, 1868).

9) Meisner: Zur Lehre von den Bewegungen des Auges (v. Graefe's Archiv f. Ophthalm., 1855, Band II, 1).

10) Meissner: Über die Bewegungungen des Auges nach neuen Versuchen. (Zeitschrift für rationelle Medicin, 1859, Band VIII, 1).

11) Schneller: Studien über das Blickfeld (v. Graefe's Archiv f. Ophthalm., Band XXI, 3; 1875.).

12) Jd. : Ergänzungen zu den Studien über das Blickfeld. (v. Graefe's Archiv f. Ophthalm., Band XXII, 4; 1876).

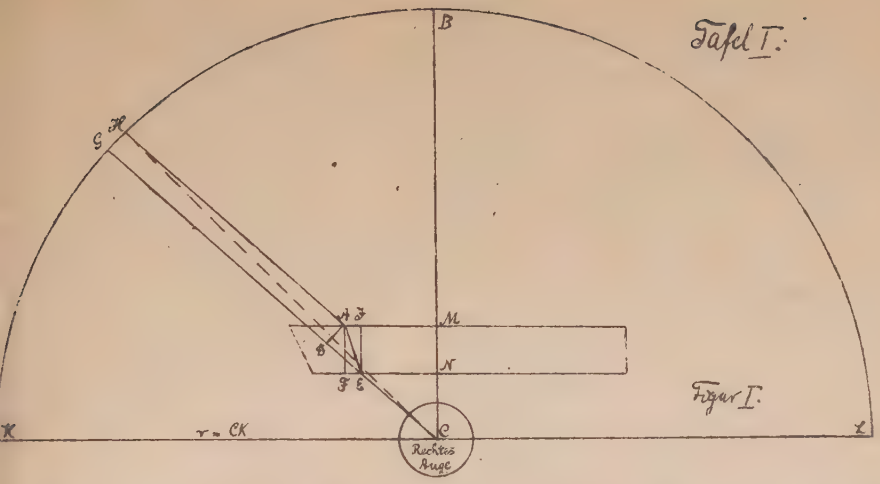
13) Jd. : Beiträge zur Lehre vom Schielen. (v. Graefe's Archiv f. Ophthalm., Band XXVIII, 2; 1882).

14) Blaemert Schuurman (Schuerman): Vergelijkend onderzoek der beweging van het oog bij Emmetropie en Ametropie. (Academ. Proefschrift, Utrecht, 1863).

15) Snellen und Landolt: Ophthalmometrologie. Die Funktionsprüfungen des Auges. (Handbuch d. ges. Augenh., herausg. v. Graefe und Saemisch, Band III; I. Teil der Path. u. Therapie; 1874).

16) A. W. Volkmann: Zur Mechanik der Augenmuskeln. (Berichte über die Verhandlungen der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Band XXI; 1869).

Tafel I.



Figur I.

Abkürzungen.

1) $G\hat{C}H = \alpha$
2) $H\hat{C}B = \gamma$
3) $G\hat{C}B = x = \alpha + \gamma$
4) $A\hat{E}J = y = E\hat{A}F$
5) $D\hat{E}A = x - y$
6) $AF = d$
7) Brechungsexponent $= n$

Es ist 1) $AB = AE \cdot \sin D\hat{E}A = AE \cdot \sin(x-y) = \frac{AF}{\cos EAF} \cdot \sin(x-y)$

$= \frac{d}{\cos y} \cdot (\sin x \cdot \cos y - \cos x \sin y)$

$= d\left(\sin x - \frac{\cos x \cdot \sin y}{\cos y}\right)$.

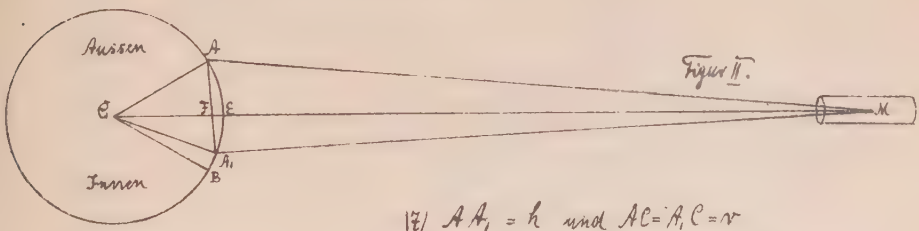
2) $\sin x : \sin y = n : 1$ und $\sin y = \frac{\sin x}{n}$

3) $\cos y = \sqrt{1 - \sin^2 y} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin x}{n}\right)^2}$

4) $AD = d\left(\sin x - \frac{1}{n} \cdot \frac{\cos x \sin x}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin x}{n}\right)^2}}\right)$

5) $\sin\alpha = \frac{GH}{CG} = \frac{AD}{r}$

$= \frac{d}{r} \cdot \sin x \left(1 - \frac{1}{n} \cdot \frac{\cos x}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin x}{n}\right)^2}}\right)$



Figur II.

Erläuterungen und Abkürzungen.

1) A = äusserer, B = innerer Cornealrand
2) A_1 = äusserer Cornealrand nach Adduction
3) M = Mittelpunkt des Fernrohrs
4) $AM = d_1$ und $A_1M = d_2$ und $MF = d$
5) $A\hat{C}A_1$ = Excursionswinkel $= x$
6) AMA_1 = Drehungswinkel des Fernrohrs $= \alpha$
7) $AA_1 = h$ und $AC = A_1C = r$
8) $d_1 = d_2 = d$ bei genügender Entfernung des Fernrohrs vom Auge (etwa = 50 cm.)

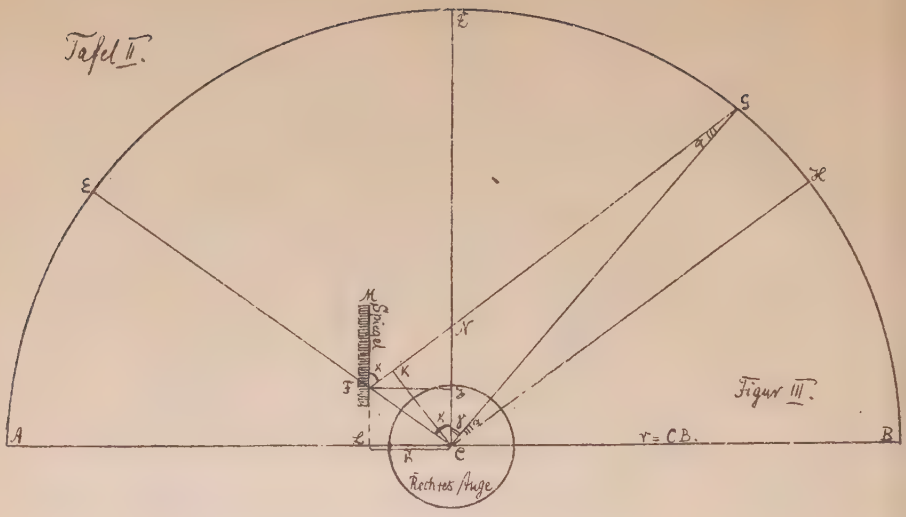
Es ist: 1) $\cos\alpha = \frac{d_1^2 + d_2^2 - h^2}{2 d_1 d_2} = \frac{2d^2 - h^2}{2d^2}$

2) $h^2 = 2d^2 - 2d^2\cos\alpha = 2d^2(1 - \cos\alpha)$

3) $\cos x = \frac{r^2 + r^2 - h^2}{2rr} = \frac{2r^2 - 2d^2(1-\cos\alpha)}{2r^2}$

$= 1 - \left(\frac{d}{r}\right)^2 (1 - \cos\alpha)$.

Tafel II.



Figur III.

Bekannt sind folgende 3 Grössen:

1) r = Radius des Perimeters (= 31,25 cm.),

2) γ = Abgelesener Winkel,

3) h = Abstand der Spiegelfläche von der Perimeteraxe.

Gesucht wird der Zuschlagswinkel α:

Es ist 1) $\sin\alpha\,(C\hat{S}F) = \frac{CK}{CS} = \frac{CK}{r}$,

2) $CK = CF.\sin C\hat{F}K = CF.\sin 2(\angle\hat{F}J - J\hat{F}C)$

$= CF.\sin 2(90-x) = CF.2\sin(90-x).\cos(90-x)$

$= \frac{CL}{\sin CFL}.2.\cos x.\sin x = \frac{h}{\sin x}\,2.\cos x.\sin x$

$= 2h.\cos x$;

3) $x = \varepsilon\hat{C}\mathfrak{D} = \mathfrak{D}\hat{C}H = \alpha+\gamma$;

Also 4) $\sin x = \frac{CK}{r} = \frac{2h\cos x}{r} = \frac{2h.\cos(\alpha+\gamma)}{r}$

$= \frac{2h}{r}(\cos\alpha.\cos\gamma - \sin\alpha\sin\gamma)$;

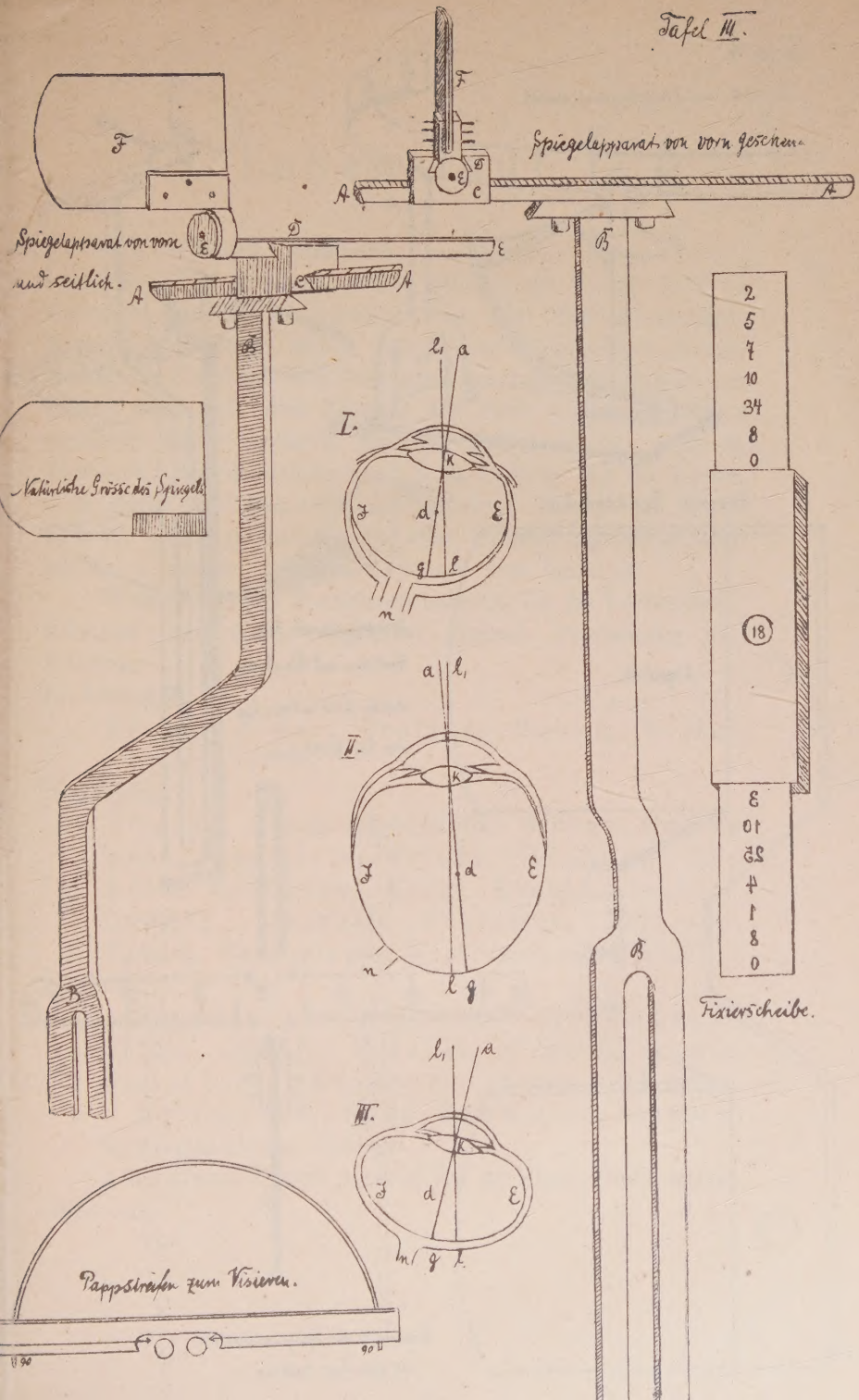
und 5) $\frac{r}{2h} = \frac{\cos\alpha.\cos\gamma}{\sin\alpha} - \frac{\sin\alpha\sin\gamma}{\sin\alpha} = \operatorname{cotg}\alpha\cos\gamma - \sin\gamma$;

6) $\operatorname{cotg}\alpha.\cos\gamma = \frac{r}{2h} + \sin\gamma$;

somit 7) $\operatorname{cotg}\alpha = \frac{r}{2h\cos\gamma} + \frac{\sin\gamma}{\cos\gamma} = \frac{r}{2h\cos\gamma} + \operatorname{tg}\gamma$.

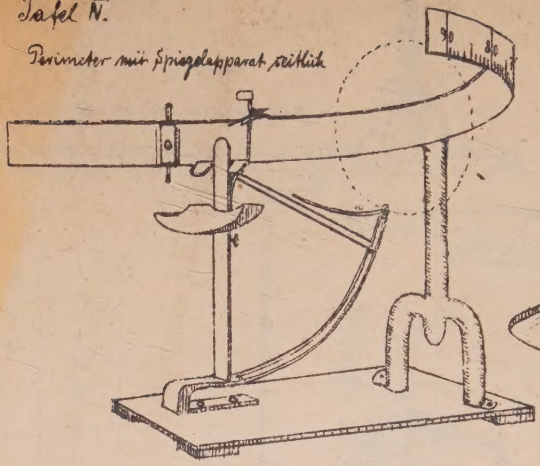
I. $\operatorname{Cotg}\alpha = \frac{r}{2h\cos\gamma} + \operatorname{tang}\gamma$. II. $x = \alpha+\gamma$.

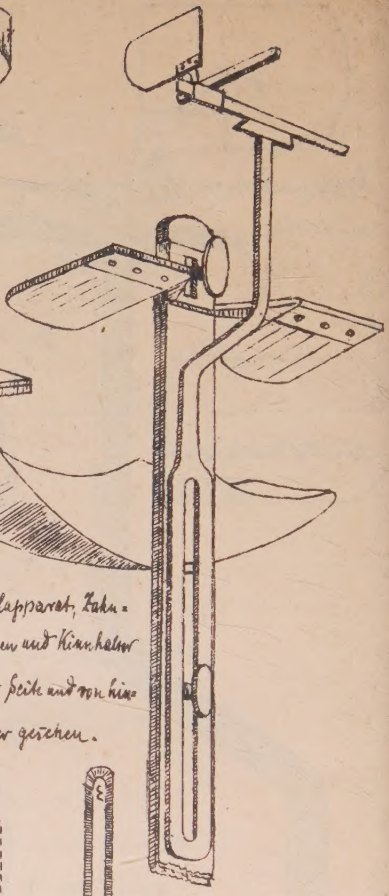
Tafel III.


F
Spiegelapparat von vorn geschen.
Spiegelapparat von vorn und seitlich.
Natürliche Grösse des Spiegels.
I.
II.
III.
2
5
7
10
34
8
0
18
3
10
25
4
1
8
0
Fixirscheibe.
Pappstreifen zum Visieren.

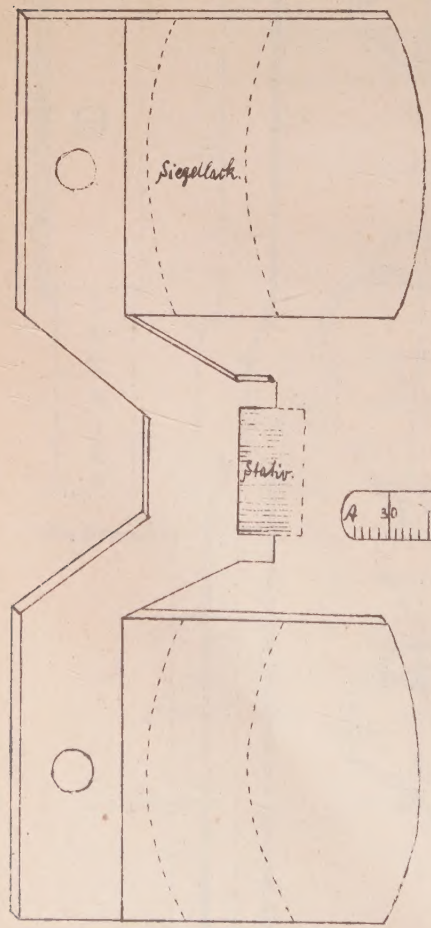
Tafel N.

Perimeter mit Spiegelapparat seitlich

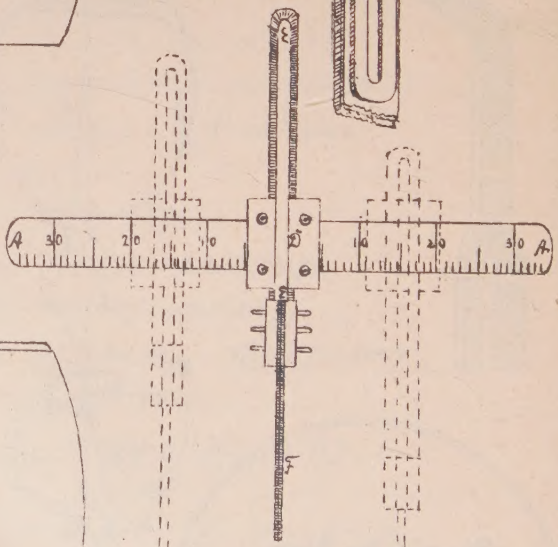




Doppeltes Zahnbrettchen.



Spiegelapparat, Zahnbrettchen und Kinnhalter von der Seite und von hinten her gesehen.



Grundriss des Spiegelapparates von oben her gesehen.

Lebenslauf.

Ich, Theodor, Bernhard, Gustav, Max Hornemann, evangelischer Confession, wurde geboren am 3. Juli 1868 zu Halle a|S. als Sohn des Apothekers Dr. phil. Hugo Hornemann. Meine Schulbildung erhielt ich auf der Lateinischen Hauptschule der Francke'schen Stiftungen zu Halle a|S., welche ich Ostern 1887 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Seitdem studierte ich 9 Semester Medicin, und zwar das erste in Tübingen, die darauffolgenden 5 in Leipzig und die letzten 3 in Halle a|S. Das tentamen physicum bestand ich am 9. Februar 1889 in Leipzig und das examen rigorosum legte ich am 1. August 1891 in Halle a|S. cum laude ab.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Docenten:

In Tübingen:

Braun, Eimer, Froriep, Henke, Lothar, Meyer, Pfeffer;

In Leipzig:

Altmann, Birch-Hirschfeld, Braune, Curschmann, Döderlein, Fricke, Heubner, His, Albin Hoffmann, Karg, Krehl, Leuckart, Ludwig, Ostwald, Schroeter, Thiersch, Urban, Wiedemann, Wislicenus, Zweifel;

In Halle:

Ackermann, v. Bramann, Braunschweig, Bunge, Graefe, Harnack, v. Herff, Hitzig, Kaltenbach, Kromayer. Köhn, Küssner, v. Mering, Pott, Renk, Schwartze, Schwarz, Seeligmüller, Weber.

Allen diesen Herren spreche ich an dieser Stelle meinen Dank aus.

Thesen.

I.

Die beste Methode, das Blickfeld zu bestimmen, ist die perimetrische.

II.

Das Berieselungssystem ist das beste Verfahren, die Abfallstoffe einer Stadt zu entfernen und zu verwerten.

III.

Bei Urethritis posterior ist die Anwendung des Guyon indiciert.